



M 2014

# REENGENHARIA DOS PROCESSOS PARA ABASTECIMENTO DA PRODUÇÃO

MARIA INÊS RIBEIRO GUEDES  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA  
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM  
ENGENHARIA INDUSTRIAL E GESTÃO

# **Reengenharia dos Processos para Abastecimento da Produção**

*Maria Inês Ribeiro Guedes*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira



**FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**  
**Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2014-07-09

*Aos meus pais, à Sara e ao Ricardo*

## Resumo

A intensificação da concorrência global e as rápidas alterações no mercado desafiam as empresas a aumentar a sua produtividade. Contudo, as empresas têm dificuldade em estabelecer uma relação direta entre estes desafios e as oportunidades de aumento da produtividade, através da eliminação de desperdício.

A filosofia Lean foca-se no cliente e conclui que sempre que existe um cliente existe uma cadeia de valor. O desafio desta filosofia é a visualização dessa cadeia. De facto, na busca de eliminar desperdício de forma rápida e com resultados imediatos, as ações ao nível dos fluxos de criação do valor são descuradas e as análises dos processos priorizam as suas entradas e saídas. É, portanto, necessário compreender como gerir a cadeia de valor para obter o máximo proveito global.

O presente projeto, que fundamenta esta dissertação, aplicou conceitos e metodologias *Lean* para o desenvolvimento de uma solução integrada que visa, não só a melhoria individual dos processos, mas também a redefinição de limites e fluxos entre eles. Para isso, foi necessário olhar para as operações de uma forma atenta e liberta de paradigmas desenvolvendo uma visão futura dos processos indissociável da criação e preservação do valor.

A abordagem do caso começou pela descrição e análise dos principais processos e suas relações para a melhoria dos fluxos de abastecimento. Este objetivo foi alcançado com a definição de um conjunto de conceitos chave a partir dos quais se desenvolveram as propostas de reengenharia do processo de abastecimento da produção e de alteração do *layout*, para uma orientação por produto.

A implementação da primeira etapa de migração, para o novo processo de abastecimento, permitiu antever as limitações e o impacto desta solução comparativamente à situação inicial.

As conclusões preveem a necessidade de criação de meios para suportar a implementação das etapas seguintes e permitem conjecturar o resultado final da reengenharia do processo.

Relativamente à proposta de novo *layout*, foram desenvolvidas soluções para os diferentes fluxos na fábrica, que servirão de base um projeto futuro de reorganização das instalações.

## **Process Reengineering for Production Supply**

### **Abstract**

The intensification of the global competition and the ever-changing market challenge companies to increase their productivity. However, companies have a tough time establishing the relationship between these challenges and the opportunity to increase productivity through waste elimination.

The Lean Philosophy has its focus on the client and states that whenever there is a client there is a value chain. The challenge of this philosophy is the visualization of this chain. In fact, while searching for quick waste elimination and short-term results, actions at the flow level are neglected and process level analysis focuses only on the inputs and outputs. Therefore, it is necessary to understand how to manage the value chain in order to get the maximum global gain.

The project that grounds this dissertation applied various Lean concepts to develop an integrated solution that, not only individually improves the processes, but also redefines the limits and flows between them. Hence, it was necessary to analyze all the operations in a global perspective, free of paradigms, in order to build a future vision of the processes united with the creation and perpetuation on value.

The case analysis started with the description and study of the main processes and its relations to locate improvement opportunities in the supply flow. This objective was achieved by defining a set of key concepts from which the process reengineering for production supply and the product-oriented layout proposal were developed.

The implementation of the first migration stage, to the new supply process, allowed foreseeing the limitations and impact of this solution compared to the initial situation.

The conclusions drawn predict the need to create new means to sustain the implementation of the following stages and it allows speculation about the outcome of the process reengineering.

In regards to the layout proposal, different solutions were developed for the different flows in the plant, supporting a future project to reorganize the facilities.

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer à CIN pela oportunidade de colaboração para o desenvolvimento deste projeto que se revelou um desafio estimulante e enriquecedor.

Ao Engenheiro Pedro Cruz, orientador da empresa, pelo apoio e partilha de conhecimentos que contribuíram para o desenvolvimento do projeto.

Ao Ricardo Rocha, chefe de equipa de fabrico, pela total disponibilidade para discutir ideias e testar alternativas.

Ao Mário Lopes, chefe do turno noturno, pelas suas críticas construtivas fundamentais para o aperfeiçoamento do meu trabalho.

Ao Ricardo Calobra, operador do Dispermix, pela ajuda na minha integração e pela paciência para responder a todas as minhas questões.

A todos os colaboradores dos setores de fabrico e enchimento pela disponibilidade e simpatia em todos os momentos.

Aos Engenheiros Rui Tenreiro e José Félix, consultores do Instituto Kaizen, pela ajuda no enriquecimento do projeto.

Um especial agradecimento ao Professor Hermenegildo Pereira, meu orientador da FEUP, pelo contínuo acompanhamento, pelo apoio e pelas valiosas sugestões que melhoraram o meu projeto.

À Sara Pinto e Alexandra Melo, que também desenvolveram as suas dissertações na CIN, pelo companheirismo e pelos momentos de partilha de ideias.

A todos os docentes que contribuíram para a minha formação e aprendizagem.

Aos meus pais, irmã e namorado pelo apoio incondicional e inesgotável.

A todos, muito obrigado.

## Índice

1. Introdução.....	1
1.1. O Grupo CIN .....	1
1.1.1. Missão e Estratégia.....	1
1.2. Unidade Industrial da Maia.....	2
1.2.1. Processo Produtivo de Tintas .....	2
1.2.2. Fabrico na Nave Central .....	3
1.3. Apresentação do Projeto .....	5
1.4. Estrutura da Dissertação .....	5
2. Enquadramento teórico .....	6
2.1. <i>Lean</i> .....	6
2.1.1. Princípios do Pensamento <i>Lean</i> .....	6
2.2. Conceitos e Metodologias <i>Lean</i> .....	6
2.2.1. Os 7 Tipos de Desperdício .....	6
2.2.2. Organização do Posto de Trabalho – 5S.....	7
2.2.3. <i>Jidoka</i> .....	7
2.2.4. Normalização do Trabalho .....	8
2.2.5. <i>Layout</i> Orientado para o Produto .....	8
2.2.6. Sistemas de Abastecimento .....	9
2.2.7. Mapeamento da cadeia de valor .....	10
2.3. Reengenharia de processos .....	11
2.3.1. Reengenharia de Processos e Melhoria Contínua .....	11
3. Caracterização do Problema.....	13
3.1. Visão Geral da Cadeia de Valor .....	13
3.2. Processos de Suporte .....	14
3.2.1. Planeamento da Produção.....	14
3.2.2. Programação da Produção .....	14
3.3. Processos Logísticos .....	18
3.3.1. Abastecimento .....	18
3.4. Processos Produtivos .....	19
3.4.1. Pesagem.....	19
3.4.2. Dispersão .....	22
3.4.3. Moagem.....	26
3.4.4. Vazamento .....	29

3.4.5.	Afinação.....	30
3.5.	Mapeamento do Fabrico .....	30
3.5.1.	Seleção de produtos para análise .....	31
3.5.2.	Mapa Atual .....	31
4.	Desenho de Soluções.....	36
4.1.	Visão Futura do Mapa da Cadeia de Valor.....	36
4.2.	Reengenharia do Processo de Abastecimento.....	36
4.2.1.	Vantagens do Abastecimento Personalizado.....	37
4.2.2.	Encomenda por Ordem de Fabrico.....	37
4.2.3.	Abastecimento para Supermercado <i>Junjo</i> .....	37
4.2.4.	Soluções de Abastecimento.....	38
4.2.5.	Abastecimento de Maquias Líquidas.....	39
4.3.	<i>Layout</i> Orientado para o produto .....	41
4.3.1.	Linhas de Produção para Grandes Volumes.....	41
4.3.2.	Célula de Trabalho para Pequenos Volumes.....	42
4.3.3.	Afinação Central e Posto Auxiliar.....	43
4.3.4.	Organização de Equipas por Fluxo.....	43
4.4.	Melhorias de Processos.....	43
4.4.1.	Melhorias do Processo de Moagem.....	44
5.	Plano de Ações para Implementação .....	46
5.1.	Migração para o Novo Processo de Abastecimento .....	46
5.1.1.	Implementação da Primeira Etapa de Migração.....	47
5.2.	Novo Layout da Nave Central .....	48
6.	Conclusão e Perspetivas Futuras .....	49
	Referências .....	50
	Anexo A – Relatório de Necessidades de Matéria-prima.....	51
	Anexo B – Setor de pesagens .....	52
	Anexo C – Análise de Tempos de Operações de Apoio a Pesagens .....	53
	Anexo D – Postos de Trabalho de Dispersão .....	54
	Anexo E – Símbolos do VSM .....	55
	Anexo F – VSM dos 3 produtos mais vendidos na Nave Central .....	56
	Anexo G – Estudo da Simetria da Amostra.....	57
	Anexo H – Visão Futura da Cadeia de Valor .....	58
	Anexo I – Esboço da Proposta de Layout .....	59



## Glossário

**Bordo de Linha** – Zona limite do posto de trabalho onde é colocado o material que abastece o posto.

**Dispersor (DP)** - Equipamento utilizado no processo de Dispersão.

**Gemba** – Local onde ocorrem as atividades de valor acrescentado.

**Just-in-time (JIT)** – Sistema de produção desenvolvido pela Toyota Motor Co. onde a necessidade do cliente funciona como *trigger* da produção. Sendo assim, só é produzida a quantidade exata que o cliente pretende adquirir no momento exato em que este procura o produto. Este sistema funciona em *pull*.

**Layout** – Planta ou desenho do mapa de uma área.

**Lead Time** – Intervalo de tempo entre o início e o fim da produção.

**Make to Order** – Produção por encomenda.

**Make to Stock** – Produção para *stock*.

**Maquia** – Quantidade de produto que não forma uma unidade completa

**Moinho de esferas (ML)** - Equipamento utilizado no processo de Moagem

**Modo Operatório** – Corresponde à “receita” do produto e descreve as matérias-primas, quantidades, ordem de adição e parâmetros de utilização dos equipamentos (tempos, velocidades, temperatura, grau de moagem). O modo operatório é incluído na ordem de fabrico para orientar o operador na produção.

**Ordem de Enchimento** – Documento que especifica as características do produto acabado (tinta e embalagem).

**Ordem de Fabrico** – Documento que especifica o produto, quantidade do lote e modo operatório para produção.

**Sistema Pull** – (em inglês: puxar) Sistema de produção onde os ciclos de produção são na realidade ciclos de reposição onde cada processo abastece o posto a jusante com a quantidade exata que este consumiu e não com base em previsões. A produção é “puxada” pelo cliente. O sistema *Just-in-Time* é um exemplo de implementação de um fluxo *pull*.

**Takt Time** – Tempo de ciclo máximo que permita responder à procura do cliente.

**Tanque do Dispermix (TDX)** - Tanque fixo de fabrico do posto de trabalho Dispermix utilizado no processo de Dispersão

**Tanque Final (TF)** – Tanque final utilizado no processo de Vazamento

**Tempo de Ciclo** – Intervalo de tempo entre a conclusão de dois produtos sequenciais.

**Value Stream Mapping (VSM)** – Ferramenta Lean para análise da cadeia de valor.

## Índice de Figuras

Figura 1: Distribuição das marcas do grupo CIN pelo mundo; Fonte:(Oliveira 2014).....	1
Figura 2: Organigrama da Unidade Industrial da Maia, CIN .....	2
Figura 3: Representação do processo de fabrico de tintas; Fonte:(CIN 2013).....	3
Figura 4: <i>Layout</i> da Nave Central.....	4
Figura 5: Funcionamento do sistema de abastecimento por <i>Kanban</i> ; Fonte: (Rother e Shook 2003).....	9
Figura 6: Etapas para a aplicação do <i>Value Stream Mapping</i> ; Fonte: (Rother e Shook 2003) .....	10
Figura 7: VSM geral da Nave Central .....	13
Figura 8: VSM do Armazém Central (C0) .....	18
Figura 9: Sequência das operações da Pesagem.....	19
Figura 10: Distribuição do tempo de pesagem pelas várias operações .....	20
Figura 11: Análise do tempo de apoio na Pesagem.....	21
Figura 12: Diagrama <i>spaghetti</i> representativo das movimentações do operador durante o transporte em condições regulares (lado esquerdo) e o transporte quando a matéria-prima não está na localização (lado direito) .....	21
Figura 13: Diagrama <i>spaghetti</i> representativo das movimentações do operador de Pesagem durante meia hora. ....	22
Figura 14: Sequência de Operações da Dispersão no Dispermix.....	23
Figura 15: Operações da Dispersão no posto Dispermix .....	23
Figura 16: Preparação do posto de trabalho (Pré-Mistura e Dispermix).....	24
Figura 17: Diagrama <i>spaghetti</i> representativo das movimentações do operador do Dispermix durante meia hora dedicada à preparação do posto .....	24
Figura 18: Incorporação de matéria-prima sólida.....	25
Figura 19: Tanque sujo (lado esquerdo) e tanque lavado (lado direito).....	26
Figura 20: Fluxo de tinta na moagem.....	26
Figura 21:Diagrama <i>spaghetti</i> representativo das movimentações do operador da Moagem durante meia hora .....	28
Figura 22: Secção de Moagem (a vermelho tanques em espera e a preto tanques de moagem em curso) .....	28
Figura 23: Tanque fixo de Vazamento .....	29
Figura 24: Diagrama <i>spaghetti</i> representativo das movimentações do operador do Vazamento durante meia hora .....	29
Figura 25: Sequência de atividades da Afinação.....	30
Figura 26:Diagrama <i>spaghetti</i> representativo das movimentações do operador da Afinação durante meia hora .....	30

Figura 27: VSM dos 3 produtos selecionados .....	31
Figura 28: Comparação entre o tempo de processamento dos processos e o <i>takt time</i> (tempo máximo de processamento) .....	35
Figura 29: VSM da visão futura da cadeia de valor .....	36
Figura 30: VSM do Abastecimento para Supermercado Junjo .....	37
Figura 31: Representação do abastecimento de unidades completas com pesagem na Nave Central .....	38
Figura 32: Representação do abastecimento de quantidades exatas com pesagens no Armazém Central .....	39
Figura 33: VSM do Abastecimento de Líquidos para Supermercado <i>Junjo</i> .....	40
Figura 34: Proposta de <i>layout</i> e estrutura de armazenamento do setor de pesagens .....	40
Figura 35: Proposta de linha de produção para grandes volumes .....	42
Figura 36: Célula de trabalho em para produção de pequenos volumes .....	43
Figura 37: Matriz custo/benefício das etapas de implementação do novo processo de Abastecimento .....	47

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Organização das equipes da Nave Central .....	4
Tabela 2: Comparação entre um <i>layout</i> orientado para produto ou para processo .....	8
Tabela 3: Melhoria Contínua <i>versus</i> Reengenharia de Processos; Fonte: (Davenport 1994) ..	11
Tabela 4: Diferenças entre produtos de lote e produtos especiais .....	14
Tabela 5: Legenda das parcelas da fórmula de cálculo do Saldo Líquido .....	16
Tabela 6: Análise da importância da informação do Relatório de Necessidades.....	17
Tabela 7: Tipos de matérias-primas e recipientes de armazenamento .....	19
Tabela 8: Diferenças entre Pré-Mistura e Dispermix .....	23
Tabela 9: Top 3-produtos de maior consumo da Nave Central e respectivos processos .....	31
Tabela 10: Características dos produtos que influenciam o tempo do processo Dispermix ....	32
Tabela 11: Características dos produtos que influenciam o tempo entre o Dispermix e a Moagem.....	33
Tabela 12: Características dos produtos que influenciam o tempo da Moagem .....	33
Tabela 13: Características dos produtos que influenciam o tempo entre a Moagem e o Vazamento .....	33
Tabela 14: Características dos produtos que influenciam o tempo do Vazamento .....	34
Tabela 15: Percentagem de desperdício de excesso de produção por produto.....	35
Tabela 16: Soluções propostas em função da análise ABC das referências.....	41
Tabela 17: Árvore de problemas .....	43
Tabela 18: Relação entre benefícios e custos nas várias etapas de implementação .....	47

## 1. Introdução

A presente tese enquadra-se no âmbito da dissertação em ambiente empresarial, do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão. O trabalho foi desenvolvido em colaboração com o Grupo CIN, nas suas instalações na Maia. Aborda uma proposta de reengenharia de processos e de fluxos de materiais e informação, por meio da aplicação de ferramentas *Lean*.

### 1.1. O Grupo CIN

A empresa-mãe do Grupo CIN- Corporação Industrial do Norte, S.A. foi criada em 1926 na Maia. Atualmente, o Grupo é constituído por 8 empresas comercializadoras de tintas, vernizes e acessórios, que se distribuem geograficamente por Portugal, Espanha, França, Angola e Moçambique (figura 1). Cada empresa do Grupo é sustentada por uma marca diferente, com características distintas, mas com uma identidade e conhecimento técnico central, oferecendo produtos de valor para os clientes.

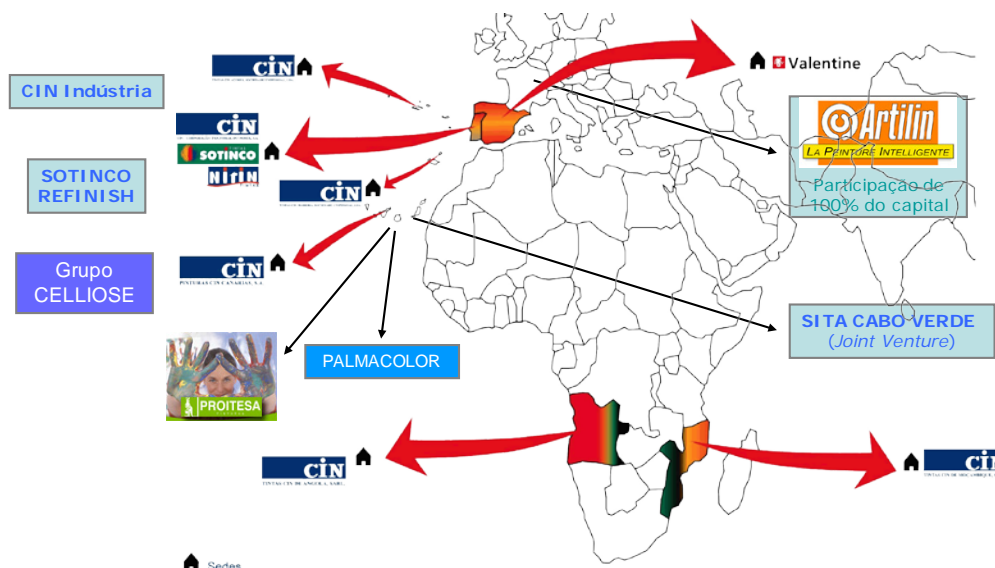


Figura 1: Distribuição das marcas do grupo CIN pelo mundo; Fonte:(Oliveira 2014)

O desenvolvimento e produção dos produtos CIN envolve 7 fábricas, em 2 continentes, com o apoio de três Centros de Investigação e Desenvolvimento. A CIN emprega mais de 1000 colaboradores em todo o mundo e ocupa o 48º lugar no ranking mundial de produtores de tintas e vernizes (World 2013), sendo líder do mercado nacional e ibérico desde os anos 90 (CIN 2014a).

#### 1.1.1. Missão e Estratégia

A missão da CIN foca-se na satisfação das necessidades dos seus clientes, comprometendo-se à excelência no fornecimento de produtos e serviços inovadores e de qualidade. Esta missão permite o crescimento contínuo do conhecimento e da eficiência dos processos de negócio da empresa, com respeito pela lei e pelo ambiente.

Atualmente, o objetivo da CIN é manter a sua posição de liderança no mercado. Para isso, utiliza uma estratégia de consolidação destinada ao reforço nos mercados onde está presente e à entrada em novos mercados, onde as suas competências sejam capazes de garantir uma posição de liderança (CIN 2014b).

## 1.2. Unidade Industrial da Maia

A Unidade Industrial da Maia está organizada da seguinte forma (figura 2): 5 fábricas - que se dedicam à produção de famílias de produtos diferentes; um armazém de matérias-primas - que faz a receção e abastecimento das fábricas; e um centro de distribuição - responsável pela logística de saída.

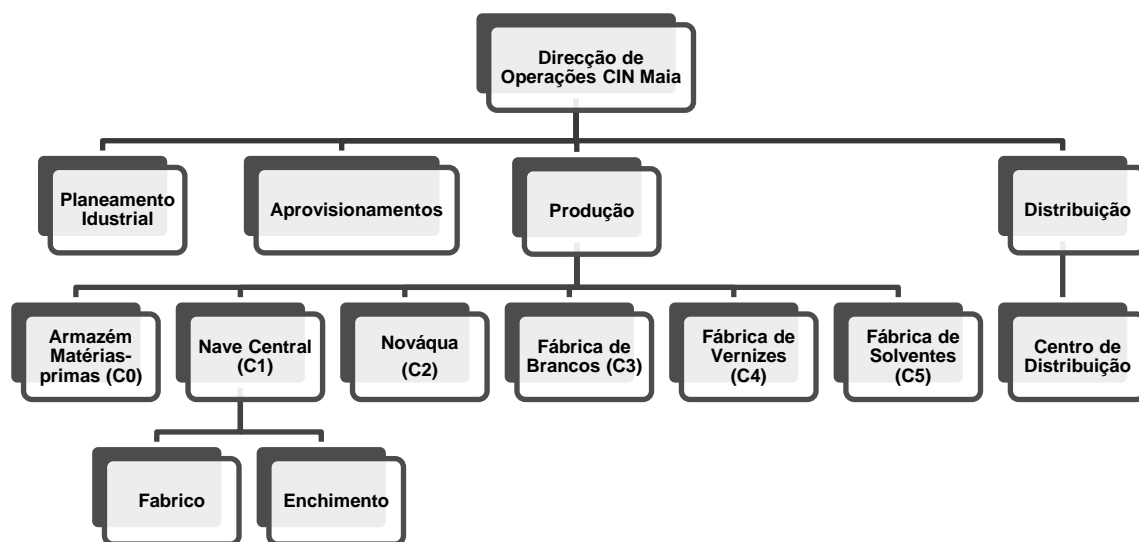


Figura 2: Organograma da Unidade Industrial da Maia, CIN

O projeto aqui apresentado foi desenvolvido no setor de Fabrico da Nave Central, que dedica a sua atividade à produção de tinta para os segmentos de mercado de produtos decorativos, produtos para indústria e produtos para proteção anticorrosiva.

### 1.2.1. Processo Produtivo de Tintas

De um modo geral, as tintas podem ser caracterizadas como misturas homogéneas de diversos componentes, que quando aplicadas sobre um substrato criam uma película sólida, colorida e opaca, com fim protetor ou decorativo.

Dada a elevada variedade de matérias-primas utilizadas nesta indústria, as possibilidades de aplicação e desempenho das tintas são diversas. Isso permite uma vasta gama de produtos orientados para diferentes segmentos de mercado(CIN 2012a, 2013).

O processo de fabrico da tinta desenvolve-se seguindo um conjunto de etapas de produção que é descrito na ordem de fabrico. Neste documento é especificada a ordem de adição das substâncias, os equipamentos e os parâmetros a adotar(CIN 2012a, 2013).

As etapas do processo de fabrico estão ilustradas na figura 3.

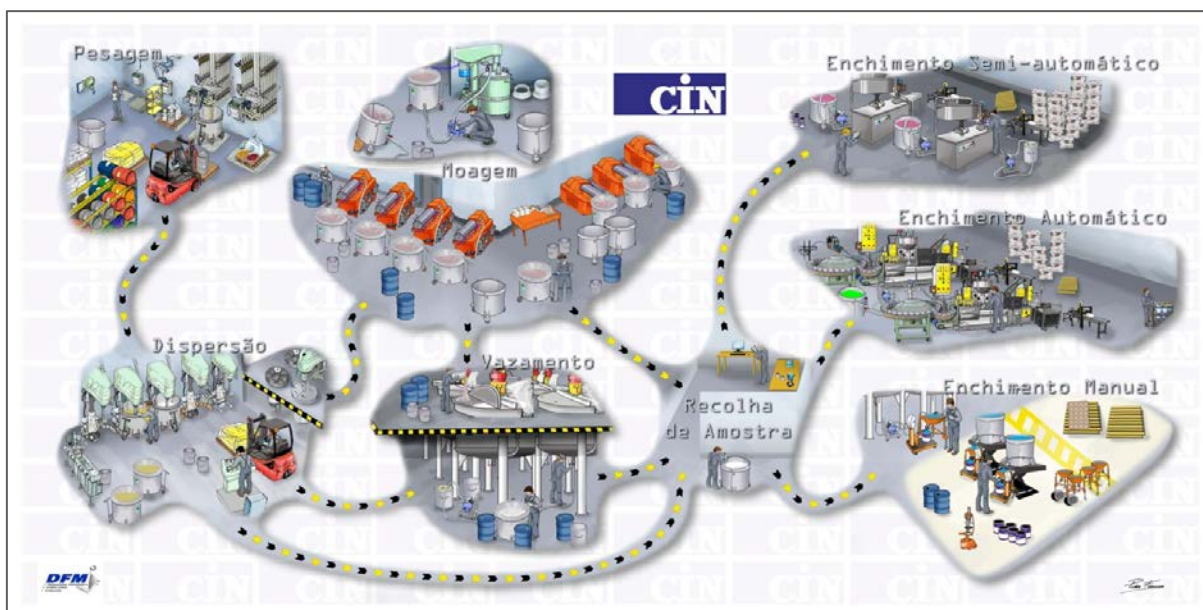


Figura 3: Representação do processo de fabrico de tintas; Fonte:(CIN 2013)

**Pesagem de matérias-primas:** A pesagem é a primeira etapa do processo de fabrico. Aqui ocorre a dosagem das matérias-primas nas quantidades assinaladas na ordem de fabrico.

**Dispersão:** A dispersão consiste na agitação do fluido durante a incorporação das matérias-primas, com o objetivo de desagregar os pigmentos.

**Moagem:** A moagem ocorre nos moinhos de esferas e tem como objetivo aumentar o grau de dispersão. Esta etapa é opcional, dependendo das características que se pretendem obter no produto acabado.

**Vazamento:** No vazamento a tinta é introduzida num tanque fixo e são adicionadas as últimas matérias-primas para conseguir as características finais do produto. Sendo assim, esta etapa inclui nova pesagem e incorporação.

**Afinação:** A afinação da cor é conseguida por comparação de uma amostra a um padrão e pode ser feita de forma manual ou automática.

**Controlo de Qualidade:** O controlo de qualidade é um processo de análise e validação de propriedades da tinta com base numa amostra de tinta. Só após esta validação é que a tinta pode seguir para a etapa seguinte. Este processo está fora do organigrama da Direção de Operações, sendo um serviço interno prestado pelo Departamento de Investigação e Desenvolvimento.

**Enchimento:** Até esta etapa a tinta fabricada encontra-se num tanque de grande capacidade. O enchimento é o processo onde o produto é embalado em recipientes próprios de volumes inferiores. Este processo pode ser feito em máquinas de enchimento automáticas, semiautomáticas ou por enchimento manual.

### 1.2.2. Fabrico na Nave Central

A Nave Central está organizada em 2 equipas de trabalho que desenvolvem diferentes etapas do processo produtivo de tinta (tabela 1). Esta dissertação foca-se no trabalho desenvolvido pela Equipa de Fabrico.

Tabela 1: Organização das equipas da Nave Central

Equipas	Etapas Produtivas	Responsável
Equipa de Fabrico	- Pesagem - Dispersão - Moagem - Vazamento - Afinação	Chefe de Equipa de Fabrico
Equipa de Enchimento	- Enchimento	Chefe de Equipa do Enchimento

A figura 4 identifica as várias áreas da fábrica pelas etapas de produção aí desenvolvidas.

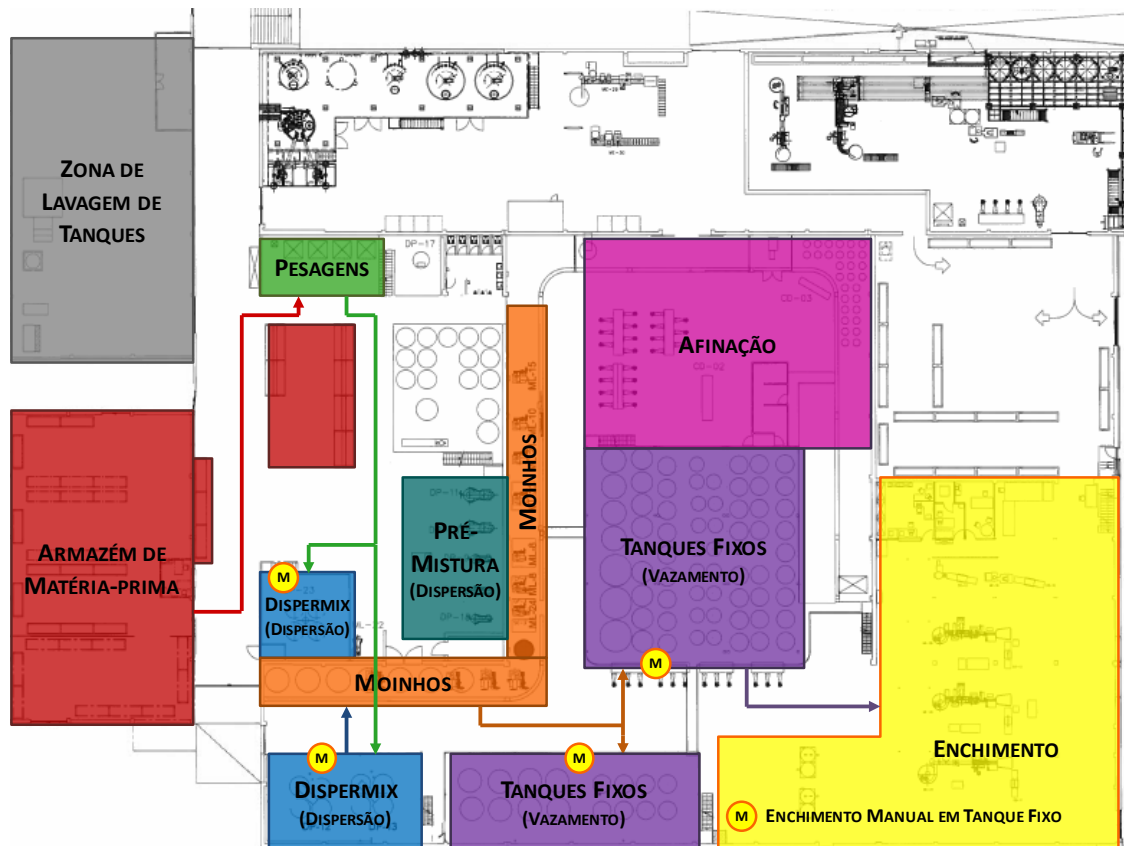


Figura 4: Layout da Nave Central

A produção de tinta é feita em lotes de diferentes quantidades, dependendo das necessidades dos clientes. Contudo a quantidade mínima fabricável é limitada pelos custos operacionais e a máxima pela capacidade dos tanques de produção.

As ordens de fabrico da Nave Central dividem-se em dois grupos:

**Lotes pequenos:** produção em tanques móveis, efetuada no posto Pré-Mistura, com capacidade máxima de 1000Lt.

**Lotes grandes:** produção em tanques fixos, efetuada no posto Dispermix, com capacidade máxima de 2300Lt. Devido à superior capacidade do Dispermix, as referências de produtos de maior consumo são produzidas neste posto contribuindo para o seu interesse estratégico.

O fluxo de materiais é diferente para cada um dos tipos de fabrico e, mesmo dentro do mesmo tipo, pode variar de acordo com o modo operativo (por exemplo, se o produto tem de passar, ou não, pelos moinhos).

Na figura 4 está apenas representado o fluxo de materiais para os fabricos no Dispermix. As cores das setas representam a origem do fluxo. Este tem início no *picking* das matérias-primas



para pesagem (linha vermelha) e termina no enchimento, o qual pode ser feito nas linhas automáticas (zona a amarelo) ou por enchimento manual em qualquer tanque da fábrica (representado pelo “M” amarelo).

### 1.3. Apresentação do Projeto

A crise financeira em Portugal desenvolveu-se no contexto da crise da dívida pública da Zona Euro e afetou principalmente os países europeus meridionais que constituem uma grande parte do mercado dos produtos decorativos da CIN. Isto deu origem a uma política de redução de custos empreendida pelo Grupo, que incluiu redução de mão-de-obra das unidades produtivas, corrigindo o excesso de capacidade. (CIN 2012b)

Uma vez que o mercado de tintas é muito sazonal (época alta entre Maio e Setembro) é imperativo assumir uma filosofia de melhoria contínua, que permita o eficiente aproveitamento dos recursos nas atividades de valor acrescentado, para corresponder às exigências do mercado na época alta.

O objetivo do projeto é diagnosticar o atual fluxo de materiais e de informação no setor de produção e conceber uma Proposta de Reengenharia de Processos que permita aumentar a produtividade da fábrica. Esta proposta tem por base a utilização de conceitos *Lean* que se complementam na gestão visual e melhoria da cadeia de valor.

### 1.4. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em 6 capítulos que apresentam ao leitor a caracterização da situação atual, a proposta decorrente dessa análise e as implementações que foram realizadas.

O primeiro capítulo serve de introdução do projeto e permite compreender o âmbito e objetivos a que este se propõe.

No capítulo dois é feito o enquadramento teórico que serve de base à realização do projeto. Esta contextualização permite criar uma linha de raciocínio orientador para o trabalho desenvolvido.

O terceiro capítulo apresenta a caracterização do problema através da análise dos vários processos da organização. Esta análise é baseada no mapeamento da cadeia de valor para representar as relações e fluxos entre os processos. Neste diagnóstico são identificados um conjunto de problemas e considerado o impacto destes no correto funcionamento das atividades.

O capítulo quatro apresenta uma proposta que, baseada num conjunto de conceitos chave, constrói um novo processo de abastecimento da produção e um novo *layout* da fábrica.

Segue-se o capítulo cinco onde é feita uma exposição das etapas de migração para o novo processo de abastecimento. Para além disso, são analisados os problemas identificados na implementação da primeira etapa de migração.

Por fim, o sexto capítulo analisa dois pontos distintos: avaliação do trabalho desenvolvido e, conclusão sobre a possibilidade de utilização da proposta para futuros projetos da empresa.

## 2. Enquadramento teórico

### 2.1. *Lean*

Os princípios *Lean* surgem no Japão, em 1940, com o desenvolvimento do *Toyota Production System* (Ohno 1978). Este sistema de produção tem por base o reconhecimento de que apenas uma pequena fração do esforço e tempo total de produção acrescenta valor para o cliente final.

O conceito *Lean* foi introduzido por Womack, Jones, e Roos (1990) no livro “*The Machine that Changed the World*”, como uma filosofia caracterizada pela melhoria contínua de processos. Esta melhoria traduz-se na eliminação do desperdício, redução de custos operacionais, melhoria da qualidade dos processos, maior conhecimento da cadeia de valor e melhor compreensão das necessidades dos clientes.

A intensificação da concorrência global e a rápida mudança da procura no mercado tornaram o aumento da eficiência dos processos fundamental para o sucesso das empresas pelo que se revela essencial o estudo deste tema de forma mais aprofundada.

#### 2.1.1. Princípios do Pensamento *Lean*

Os princípios *Lean*, por Womacke Jones (2003), são:

- **Valor:** O valor do produto deve ser definido na perspetiva do cliente, em termos das características específicas pelas quais este está disposto a pagar.
- **Cadeia de valor:** Este conceito refere-se à sequência de atividades criadoras de valor e à forma como estas estão interligadas. A construção desta cadeia, numa perspetiva *Lean*, significa eliminar todos os processos que não criam valor para o cliente final.
- **Fluxo do Valor:** O fluxo refere-se à forma como as unidades de material circulam através da fábrica. O fluxo ideal é aquele que garante o nivelamento entre os processos criadores de valor.
- **Fluxo Pull:** O fluxo *pull* garante que o produto só é fabricado na quantidade e momento exatos em que o cliente o pretende adquirir.
- **Procurar a Perfeição:** Orientação para a perfeição de forma cíclica para sustentar a implementação dos restantes princípios.

### 2.2. Conceitos e Metodologias *Lean*

Existe uma grande variedade de metodologias desenvolvidas em torno da filosofia *lean* que permitem às organizações reduzir o desperdício e melhorar o fluxo e a produtividade. Algumas dessas ferramentas são apresentadas de seguida.

#### 2.2.1. Os 7 Tipos de Desperdício

Todas as atividades que não acrescentem valor para o cliente são designadas por desperdício. Uma vez identificada uma situação de desperdício deve garantir-se que, quer o sintoma, quer a causa raiz, são eliminados, possibilitando a melhoria contínua do processo.

Num contexto fabril podem ser identificados 7 tipos de desperdício. Estes foram primeiro identificados por Ohno (1978) e, mais tarde, classificados por Womacke Jones (2003).

- **Excesso de produção:** Ocorre quando a produção de bens é superior à procura do mercado, resultando no aumento de *stock* de mercadoria não vendida. Este conceito pode também ser

aplicado dentro de uma fábrica, onde cada processo deve ver o processo seguinte como seu cliente.

- **Esperas:** Correspondem aos períodos de inatividade do operador quando este, por exemplo, espera pelo trabalho da máquina ou aguarda por um processo a montante.
- **Transporte:** movimentação de materiais, por exemplo, entre postos de trabalho, que não acrescenta valor ao produto. Este desperdício é muitas vezes consequência de um *layout* mal planeado.
- **Excesso de processamento:** Revela-se na necessidade de operações ou recursos extra que não acrescentam valor para o cliente. É o caso do reprocessamento e do manuseamento de materiais.
- **Inventário:** Todo o inventário que não é necessário para satisfazer a necessidade do cliente é desperdício, uma vez que implica mais manuseamento, espaço, juros, pessoas, documentação, entre outras coisas.
- **Movimentações:** deslocação de operadores e equipamento devido ao *layout* desadequado aumentando o tempo de produção sem acrescentar valor.
- **Defeitos:** Corresponde ao produto final não conforme segundo as especificações do cliente. Estas situações levam ao aumento do *lead time* e do custo devido à necessidade de reprocessamento. Quanto mais tarde for identificado o defeito, piores as suas consequências.

### 2.2.2. Organização do Posto de Trabalho – 5S

A arrumação e organização dos postos de trabalho devem estar entre os primeiros passos que a gestão deve tomar para melhorar as operações da fábrica. Os 5S são 5 princípios culturais de organização do posto de trabalho destinados a melhorar a eficiência ao nível micro, através da gestão visual. Os 5S têm um termo em Japonês, iniciado por “S”, para cada uma das etapas: (Institute)

- **Seiri – Triagem:** Selecionar quais os materiais e ferramentas que pertencem ao posto de trabalho e quais os que não são necessários, em função da sua frequência de utilização.
- **Seiton – Organização:** Definir um local de arrumação para todos os materiais, de forma a melhorar a facilidade de utilização das ferramentas e a ergonomia do posto (“um lugar para tudo e tudo no seu lugar”).
- **Seiso – Limpeza:** Criação de uma rotina de limpeza e de inspeção dos pontos críticos do equipamento.
- **Seiketsu – Normalização:** Desenvolvimento de normas de trabalho, manutenção e limpeza, para garantir a segurança, saúde e higiene dos colaboradores.
- **Shitsuke – Disciplina:** Depois de os processos estarem normalizados é necessário criar autodisciplina nos colaboradores para que os vários pontos dos 5S sejam mantidos ao longo do tempo. Esta é a etapa mais difícil de atingir, uma vez que só através da repetição e insistência do chefe de equipa é que os 5S passam a ser uma atividade natural do dia-a-dia de trabalho.

### 2.2.3. Jidoka

O conceito de Jidoka (autonomação) baseia-se na atribuição de capacidade de julgamento autónomo a máquinas, diminuindo o desperdício.

Na fase pré-Jidoka, um operário terá de ser responsável pela observação do funcionamento da máquina, pois esta não tem a capacidade de reconhecer condições anormais, como defeitos, estragos, etc. Assim, com o objetivo de dar mais capacidade de trabalho e autonomia aos operários, será necessário criar um sistema quer faça com que a máquina cesse a produção e emita uma mensagem para que o operário verifique o que aconteceu, quando houver algum problema. Estas mensagens poderão ser sonoras (através de um alarme) ou visuais (por exemplo com uma luz de aleta (Suzaki 2010)).

#### 2.2.4. Normalização do Trabalho

A normalização do trabalho consiste no estabelecimento de regras e procedimentos ao nível das tarefas a desenvolver com o objetivo de serem fabricados produtos com qualidade e características homogêneas.

Quando um processo não está normalizado, a empresa está sujeita a variabilidade na qualidade dos produtos, custos mais elevados e a uma resposta menos eficiente a problemas ou alterações no processo produtivo. De facto, a normalização do trabalho permite aos operários estarem mais preparados para lidar com imprevistos uma vez que possuem uma esquematização dos processos a adotar (Suzaki 2010).

#### 2.2.5. Layout Orientado para o Produto

Um *layout* mal planeado é responsável por uma grande quantidade de desperdício e, consequentemente, pelo aumento do *lead time* dos produtos. As principais explicações para esta situação são: a expansão das instalações para onde existe espaço disponível e o conceito de instalar equipamentos do mesmo tipo, numa só área (*layout* orientado por processo)(Suzaki 2010).

A tabela 2 compara os dois tipos de *layout* possíveis:

Tabela 2: Comparação entre um *layout* orientado para produto ou para processo

Tipo de <i>Layout</i>	Vantagens	Desvantagens
<b>Orientação por produto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fluxo contínuo</li> <li>•Fluxo de materiais de acordo com a sequência de processos.</li> <li>•Identificação clara de qual é o processo cliente.</li> <li>•Diminuição das distâncias percorridas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diminuição da capacidade e da flexibilidade devido à impossibilidade de partilhar equipamento.</li> <li>•Necessidade de formação da equipa em todos os processos da linha.</li> </ul>
<b>Orientação por processo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Operadores especializados e fáceis de supervisionar.</li> <li>•Partilha de ferramentas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fluxo desconectado.</li> <li>•Desperdício de transporte e movimentações.</li> <li>•Acumulação de stock intermédio.</li> <li>•Difícil identificação do processo cliente.</li> </ul>

Apesar das desvantagens apresentadas, a alteração para um *layout* por produto pode constituir uma melhoria significativa. O problema da diminuição de capacidade, que advém da menor partilha de equipamento, pode ser resolvido com a aquisição ou desenvolvimento de equipamentos mais baratos, dedicados a uma única linha de produtos. A subutilização da máquina será compensada pelo aumento da produtividade. Quanto às necessidades de formação, à medida que os funcionários aumentam as suas competências vão utilizar melhor o seu tempo, permitindo uma melhor coordenação dos processos.

Em suma, os problemas encontrados no *layout* orientado por processo são resolvidos com a mudança para o *layout* orientado por produto. Esta transformação é um desafio que obriga a uma mudança de paradigmas mas que, claramente, melhora o fluxo produtivo.

## 2.2.6. Sistemas de Abastecimento

### i. Inventário: Armazéns e Supermercados

Nos casos em que a frequência de consumo e de abastecimento são muito diferentes torna-se necessário criar pontos de armazenamento que absorvam as variações de capacidade permitindo, assim, a sincronização de operações. A este conceito chama-se inventário e, num ambiente industrial, pode apresentar-se em dois tipos de estruturas:

- **Armazém Central:** caracteriza-se pela sua grande capacidade de armazenamento e movimentação de grandes lotes.
- **Supermercados:** funcionam como um *stock* avançado, próximo do posto de consumo. Multiplicam-se ao longo da cadeia de abastecimento, com dimensões reduzidas e quando dedicados a linhas de produto são designados por bordos de linha.

Os Supermercados são uma ferramenta *Lean*, na medida em que promovem a melhoria do fluxo ao longo da cadeia de valor, abastecendo os processos clientes em função das necessidades destes.

Idealmente o conceito de Armazém Central deveria ser eliminado. Contudo, existem uma série de restrições que impedem esta situação, tais como, a irregularidade das entregas dos fornecedores e a necessidade de operações de *repacking* (Baudin 2004). Sendo assim, o Armazém Central é utilizado para receção de material e para o abastecimento dos Supermercados.

### ii. Sistema de Abastecimento por Kanban

O sistema *Kanban*, também desenvolvido por Ohno (1978), foi criado para possibilitar a chegada *Just-In-Time* do material aos postos de trabalho. Neste sistema cada processo só tem autorização para começar a produzir quando o seu processo cliente envia uma ordem de produção. Essa ordem é apresentada sob a forma de um cartão sinalizador, designado por *Kanban*, que contém informação acerca do material e da quantidade a fornecer, funcionando num circuito fechado.

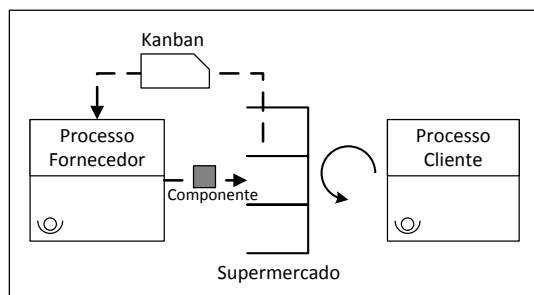


Figura 5: Funcionamento do sistema de abastecimento por *Kanban*; Fonte: (Rother e Shook 2003)

Como se pode ver na figura 5, quando um componente é retirado do supermercado, pelo processo cliente, o *Kanban* é entregue ao processo fornecedor para que seja feita a reposição desse componente ao supermercado. O número de *Kanbans* representa a quantidade de inventário no sistema.

### iii. Sistema de Abastecimento em *Junjo*

Se por um lado o sistema de abastecimento por *Kanban* é feito em circuito fechado, o sistema de abastecimento em *Junjo* (em Japonês-sequencia) é feito em circuito aberto.

Neste sistema, os cartões *Junjo* são preparados pela programação da produção com informação de materiais e quantidades. A ordenação dos cartões define a sequência de abastecimento ao processo cliente e depois de terminado o abastecimento o cartão é eliminado.

Os cartões são entregues ao processo fornecedor numa determinada sequência e antecipadamente, de forma a garantir que o material está no supermercado no momento da chegada do cliente. O abastecimento de componentes ao supermercado é feito pela ordem determinada pelos cartões, para que o processo cliente receba os materiais em sequência FIFO. (Pinto 2008)

Ao contrário do que acontece no sistema *Kanban*, o consumo de uma referência não origina a reposição da mesma referência mas sim o abastecimento da próxima referência, de acordo com a sequência de produção. Nos casos em que o abastecimento é feito com um conjunto de componentes personalizados, em vez de um só componente, chama-se ao conjunto um *Kit Junjo*. Nestes casos, o cartão *Junjo* é na realidade uma lista de componentes, em que a ordenação das referências nessa lista deve estar em conformidade com a ordem de incorporação dos componentes no produto.

Como se pode verificar, a sequência de produção é o que orienta o funcionamento deste sistema e a estabilidade temporal das prioridades de produção é muito importante. Uma vez iniciado o processo de abastecimento, uma possível descontinuação da sequência leva à perda do sistema *FIFO* e à acumulação de material “abortado” no supermercado.

#### 2.2.7. Mapeamento da cadeia de valor

Uma cadeia de valor é o conjunto de todas as ações necessárias para transformar e transportar o produto, desde o seu estado de matéria-prima até ao consumidor final, como produto acabado.

Mapeamento da cadeia de valor (*Value Stream Mapping* - VSM em inglês) é uma ferramenta para melhoria da cadeia de valor que teve origem em ambientes fabris com linhas de fluxo desconectadas. A sua utilização tem como objetivo analisar o fluxo dos produtos numa perspetiva macro e não apenas analisar os processos individualmente. Isto permite ver os fluxos de informação e de material entre os vários processos e identificar as fontes de desperdício, estando portanto ao serviço da implementação da filosofia *Lean*.

A aplicação desta ferramenta é feita em 5 etapas de acordo com a figura 6:



Figura 6: Etapas para a aplicação do *Value Stream Mapping*; Fonte: (Rother e Shook 2003)

#### 1. Seleção de uma família de produtos

O mapeamento de todos os produtos de uma empresa pode tornar-se demasiado complexo sendo aconselhável selecionar apenas uma família de produtos e trabalhar sobre ela.

Uma família de produtos é um grupo de produtos que atravessa etapas de produção semelhantes e em equipamento semelhante.

## 2. Desenho do mapa atual

Nesta etapa a primeira preocupação deve ser identificar quais os processos que realmente acrescentam valor para o cliente. Com base nessa informação constrói-se o mapa atual com a representação dos processos e das suas relações, recorrendo ao apoio de um *interface* gráfico. Este mapa é depois complementado com dados numéricos que caracterizam os seus vários elementos. No final desta etapa é possível identificar as fontes de desperdício.

## 3. Desenho do mapa futuro

Durante esta etapa desenha-se um novo mapa onde as fontes de desperdício são eliminadas. Para isso, a cadeia de valor deve ser construída ligando os processos individuais entre si, através de um fluxo contínuo ou em sistema *pull*.

## 4. Definição de um plano de ações e implementação

O planeamento da implementação do mapa futuro deve ser feito por etapas e com pontos de avaliação dos objetivos. Nesta fase aconselha-se a monitorização de cada uma das etapas de implementação.

### 2.3. Reengenharia de processos

A reengenharia de processos é uma filosofia de melhoria que pretende aumentar a performance da organização ao nível de fluxos, custos, qualidade, serviço e rapidez, através da mudança radical do *design* dos processos, contribuindo para uma maior competitividade da empresa (Motwani et al. 1998). Numa outra perspetiva (Peppard e Rowland 1995), essa mudança deve ser vista como um mecanismo de melhoria e a sua radicalidade é apenas uma consequência da rutura com os paradigmas anteriores.

A reengenharia de processos envolve um distanciamento do processo e parte de uma relativa estaca zero, onde os objetivos do processo podem ser pré-determinados, mas a forma de os atingir não. A questão a colocar é: “se não existissem restrições qual era a melhor forma de conseguir atingir este objetivo?”. Devido á magnitude da mudança que pode surgir da resposta a esta pergunta, a reengenharia tem um tempo de planeamento e implementação longo e exige normalmente investimentos elevados (Davenport 1994).

#### 2.3.1. Reengenharia de Processos e Melhoria Contínua

Se a reengenharia de processos significa uma mudança radical na realização de uma atividade, a melhoria contínua significa apenas a realização da mesma atividade de forma mais eficiente, através da eliminação do desperdício. As principais diferenças entre estes métodos estão apresentadas na tabela 3:

Tabela 3: Melhoria Contínua *versus* Reengenharia de Processos; Fonte: (Davenport 1994)

	Melhoria Contínua	Reengenharia de Processos
Nível de mudança	Gradual	Radical
Ponto de partida	Processo existente	Estaca zero
Frequência da mudança	Contínua	De uma vez
Tempo necessário	Curto	Longo
Participação	De baixo para cima	De cima para baixo
Âmbito típico	Limitado, dentro de funções	Amplo, interfuncional
Risco	Moderado	Alto
Instrumentos	Controlo estatístico	Tecnologia de informação
Tipo de mudança	Cultural	Cultural e estrutural

Apesar das claras diferenças entre os dois métodos, as iniciativas de reengenharia devem ser combinadas com outras de melhoria contínua, para que ocorram de forma cíclica.

Pode concluir-se que um dos desafios da reengenharia é garantir uma transição de sucesso para um ambiente de melhoria contínua, garantindo que os novos processos sejam efetivamente implementados(Davenport 1994). Desta forma, torna-se possível conciliar a reengenharia de processos com a filosofia *Lean*.

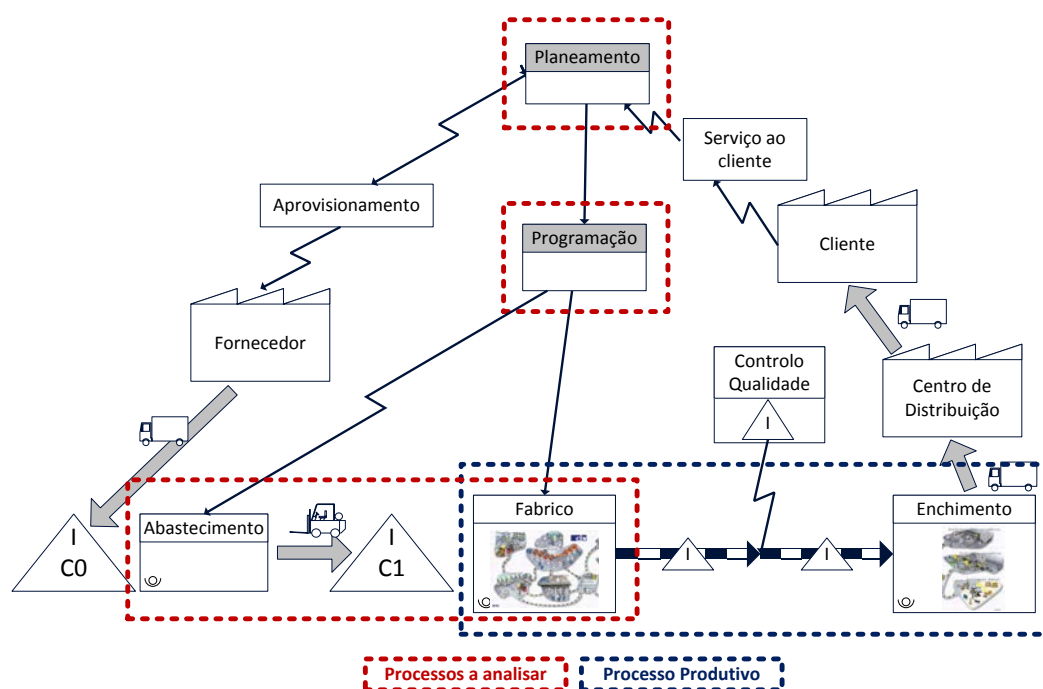


### 3. Caracterização do Problema

A caracterização do problema foi feita em três etapas. Na primeira foi realizada uma análise geral das relações entre os departamentos da organização para estabelecer a cadeia de valor. Na segunda etapa foi feito um estudo pormenorizado dos principais grupos de processos identificados, analisando as etapas em que estes se decompõem. Na terceira etapa foi efetuado o mapeamento do processo produtivo de três produtos selecionados recorrendo à ferramenta VSM.

### 3.1. Visão Geral da Cadeia de Valor

O mapa da cadeia de valor (figura 7) mostra, de uma forma geral, os vários processos da organização e a forma como se relacionam, encontrando-se a vermelhos os pontos sobre os quais a análise irá incidir. A interpretação dos símbolos utilizados pode ser consultada no Anexo E.



**Figura 7: VSM geral da Nave Central**

Os processos analisados dividem-se em três grupos:

- ***Processos de Suporte:*** os que criam os fluxos de informação para coordenar os processos de produção. Nesta categoria incluem-se o Planeamento e a Programação.
- ***Processos Logísticos:*** dividem-se em: Logística de Entrada, Logística Interna e Logística de Saída. Neste projeto será analisada a Logística Interna que corresponde ao processo de Abastecimento.
- ***Processos Produtivos:*** responsáveis pelas alterações dos materiais que permitem obter o produto acabado. Aqui inclui-se o processo de Fabrico e de Enchimento. Devido ao âmbito deste projeto, apenas o Fabrico será analisado.

Existe, ainda, a categoria dos processos de controlo, onde é incluído o Controlo de Qualidade, que é coordenado pelo departamento de Investigação e Desenvolvimento e, portanto, não será analisado.

### 3.2. Processos de Suporte

Planeiam e programam a produção de produtos em conformidade com os requisitos, necessidades e expectativas dos clientes. Os dois processos de suporte identificados no VSM da Nave Central são analisados nesta secção.

#### 3.2.1. Planeamento da Produção

O departamento de Planeamento trabalha com dois tipos de produtos (produtos de lote e produtos especiais) que, devido à diferente origem da necessidade de produção, têm processos de planeamento distintos, conforme a caracterização na tabela4:

**Tabela 4: Diferenças entre produtos de lote e produtos especiais**

	Produtos de Lote	Produtos Especiais
<b>Princípio</b>	Make-to-Stock (MTS)	Make-to-Order (MTO)
<b>Origem da necessidade</b>	IC inferior a 10 dias	Encomenda do cliente
<b>Prazo de entrega</b>	Adaptado em função do IC atualizado diariamente	Negociado com o cliente

Para os produtos de lote utiliza-se o Índice de Cobertura (IC) para despoletar a necessidade de planeamento. O IC representa o número de dias até o produto entrar em rotura e é calculado de acordo com as previsões de vendas num horizonte temporal definido. Estas previsões são feitas, para cada produto, de acordo com o histórico de vendas e com as previsões do departamento de Marketing. O planeamento dos produtos especiais é feito de acordo com o prazo negociado com o cliente.

Depois de feito o planeamento segue-se uma verificação das existências das matérias-primas necessárias aos fabricos planeados. Se existir alguma matéria-prima em falta procede-se a uma atualização das previsões de necessidades de matérias-primas mensais. Neste caso a Ordem de Fabrico (OF) fica retida até que a matéria-prima esteja disponível. Quando recebidas, as matérias-primas são armazenadas no Armazém Central (C0) e a OF é lançada para o Departamento de Produção.

Este processo repete-se diariamente para todas as fábricas da unidade industrial independentemente da capacidade das mesmas (planeamento de capacidade ilimitada).

#### 3.2.2. Programação da Produção

O planeamento da produção é feito assumindo uma capacidade ilimitada. Sendo assim, é necessário ajustar a programação às capacidades reais da fábrica. Este processo inicia-se com a transição das ordens de fabrico do departamento de planeamento para o departamento de produção. O seu resultado é um conjunto de ordens de fabrico que, por responderem a determinados critérios, têm prioridade sobre as restantes. Esta triagem é feita em duas etapas que são analisadas nesta secção.

##### i. Programação do Fabrico

Nesta etapa, a seleção das ordens de fabrico é feita em função de um conjunto de restrições relacionadas, principalmente, com a capacidade dos equipamentos da fábrica e as prioridades de entrega. Este é um processo iterativo que depende muito da experiência do responsável. As principais restrições são as seguintes:

##### **Capacidade dos Moinhos e dos Tanques Fixos de Acabamento**

Os moinhos e tanques de acabamento estão dedicados a determinados tipos de produtos sendo necessário fazer uma atribuição das ordens de fabrico aos equipamentos em função do

produto, quantidade e carga do equipamento. A carga é uma medida da fila de espera dos equipamentos e é calculada da seguinte forma:

- **Carga dos Moinhos:** relação entre o número de OF atribuídas a esse moinho e a capacidade diária deste (calculada em função do caudal médio de cada moinho);
- **Cargas dos Tanques de Acabamento:** relação entre o número de OF de um dado tipo de produto e o número de tanques dedicados a esse produto.

#### **Capacidade do Dispermix**

As ordens de fabrico de lotes grandes são programadas para o Dispermix. Este é um posto de trabalho com um operador que desenvolve as etapas de pesagem e dispersão. Nestas condições, este posto de trabalho tem uma capacidade de duas ordens de fabrico por turno.

#### **Quantidade fabricada = Quantidade cheia**

Uma vez que o gargalo produtivo da fábrica é a secção de enchimento, não faz sentido que a quantidade total fabricada diariamente seja superior à capacidade dessa secção.

#### **Índice de cobertura e Prazos de Entrega de Produtos Especiais**

Estes elementos são normalmente utilizados como critério de desempate.

##### **ii. Programação do Trabalho Diário**

As ordens de fabrico seleccionadas são entregues ao responsável do fabrico que faz uma nova seleção, de acordo com os recursos humanos disponíveis. Atualmente, a Nave Central trabalha com dois turnos de oito horas cada. A programação é feita diariamente com um dia de antecedência e atualizada no próprio dia, se necessário. O objetivo desta etapa é programar o trabalho dos turnos e encomendar, ao Armazém Central, as matérias-primas dos fabricos a iniciar no período seguinte.

#### **Adaptação do Trabalho Recebido aos Recursos Humanos**

As ordens de fabrico, seleccionadas na etapa anterior, são classificadas como recebidas e é definido o “Tipo de Fabrico”: Pesagem e Pré-mistura (lotes pequenos) ou Dispermix (lotes grandes). Consoante a urgência dos produtos e os recursos humanos disponíveis é feita uma nova seleção das ordens de fabrico. As ordens seleccionadas serão iniciadas no período seguinte e, concordantemente, o seu estado é atualizado para “A iniciar fabrico”.

#### **Pedido de Matéria-Prima para Ordens de Fabricos a Iniciar**

A receção de material vindo dos fornecedores é feita, de forma centralizada, no Armazém de Matérias-primas e o abastecimento de cada uma das fábricas é feito de acordo com os fabricos a iniciar. A requisição de material é realizada por meio de uma encomenda interna que desencadeia o processo de Abastecimento, analisado mais à frente.

Em termos operacionais o pedido de matéria-prima é feito com base num relatório de necessidades (Anexo A) que expõe, de forma organizada, a informação de apoio a este procedimento. Este relatório está organizado por matéria-prima, associando a cada uma um conjunto de campos (no total 19) que caracterizam o seu estado em termos de quantidades. A análise deste documento permite concluir que grande parte destes campos, apesar de caracterizarem o estado da matéria-prima de forma completa, são desnecessários no momento do pedido de material. Para definir qual a informação relevante torna-se necessário compreender de que forma ela contribui para a tomada de decisão.

A identificação da necessidade é conseguida pelo cálculo do saldo líquido das matérias-primas de acordo com a seguinte fórmula cujos campos são analisados na tabela 5:

$$\text{Saldo Líquido}(kg) = \text{Existência C1} + \text{Entrada Pendente} + \text{Transito} - \text{Início de Fabrico} - \text{Desvios}$$

Tabela 5: Legenda das parcelas da fórmula de cálculo do Saldo Líquido

Legenda	
<b>Existência C1</b>	Quantidade disponível na Nave Central.
<b>Entrada Pendente</b>	Quantidade disponível no Armazém Central, abastecimento não iniciado.
<b>Trânsito</b>	Quantidade disponível no Armazém Central, abastecimento em curso.
<b>Início de Fabrico</b>	Quantidade necessária para os fabricos a iniciar no período seguinte.
<b>Desvios</b>	Diferença entre a existência teórica e real.

De acordo com a fórmula apresentada, a necessidade de encomenda é despoletada pela ocorrência de saldos negativos. Devido à possibilidade de existirem desvios não detetados, são apresentadas no relatório todas as matérias-primas com saldo líquido inferior a cinco quilogramas, ficando ao critério do responsável a decisão final de encomenda

O relatório está organizado em grupos de matérias-primas por tipo de embalagem. O objetivo desta formatação é a minimização das rotas de *picking* no Armazém Central já que, neste armazém, os materiais estão organizados dessa forma. Para além disso, facilita o processo de encomenda pois o acondicionamento é um dos critérios de decisão no cálculo da quantidade a encomendar. Este cálculo é feito de forma manual pelo responsável, uma vez que o relatório não fornece este valor.

O processo desenvolve-se da seguinte forma:

### 1. *Análise do saldo líquido de cada artigo*

#### a. *Saldo líquido positivo*

A decisão fica ao critério do responsável. Se decidir encomendar, a quantidade é de uma unidade.

#### b. *Saldo líquido negativo*

A encomenda é feita com base em restrições relacionadas com o tipo de matéria-prima e o tipo de localização. Contudo, o tipo de localização não é um campo do relatório, neste apenas se encontra a designação da localização. A associação entre a designação e o tipo depende da experiência pessoal do responsável.

##### ***b.1. Matérias-primas líquidas ou sólidas com localização de unidades avulso (sem palete):***

A quantidade a encomendar representa o número de unidades completas de embalagens e é calculada da seguinte forma:

$$\text{Quantidade a encomendar}(unidade) = \text{Arredondar por excesso} \left[ \frac{|\text{Saldo Líquido}|}{\text{Peso da unidade}} \right]$$

##### ***b.2. Matérias-primas sólidas com localização de palete completa:***

Neste caso, a quantidade representa o número de paletes a encomendar e o seu cálculo é realizado com base no peso da paleta:

$$\text{Quantidade a encomendar}(palete) = \text{Arredondar por excesso} \left[ \frac{|\text{Saldo Líquido}|}{\text{Peso da paleta}} \right]$$

## 2. Análise das quantidades em início de fabrico

Para evitar a elevada quantidade de *stock* de matéria-prima na fábrica, o responsável não encomenda as matérias-primas do Vazamento. A estimativa da quantidade a encomendar será abordada mais à frente.

Calculadas as quantidades a encomendar de todas as referências do relatório, o responsável coloca a encomenda no sistema informático, de forma manual, introduzindo o código da matéria-prima e a quantidade calculada anteriormente.

Conclui-se que as únicas informações imprescindíveis são: Código da matéria-prima; Saldo líquido; Tipo de matéria-prima; Tipo de localização (baseado na experiência do utilizador); Quantidade a encomendar (cujo calculo é manual) e Início do Fabrico (serve de base para eliminar as matérias-primas do Vazamento)

Todas as restantes informações não servem diretamente o processo em análise, apesar de terem interesse para o utilizador num âmbito mais alargado. Nesse sentido, foram analisados cada um dos campos do relatório e identificados quais, para além destes, têm utilidade (tabela 6).

**Tabela 6: Análise da importância da informação do Relatório de Necessidades**

Campo do Relatório	Descrição	Importância
<b>Existência</b>	Quantidade disponível na Nave Central.	Permite conhecer o nível de inventário.
<b>Trânsito</b>	Quantidade disponível no Armazém Central, abastecimento em curso.	Quando o operador não encontra a matéria-prima, estes valores são verificados para determinar se o processo de abastecimento já foi iniciado.
<b>Entrada Pendente</b>	Quantidade disponível no Armazém Central, abastecimento não iniciado.	
<b>Quantidade C0</b>	Quantidade disponível no Armazém Central de Matérias-primas.	Os fabricos para os quais não existe matéria-prima suficiente deveriam ficar retidos no processo de Planeamento. Contudo, recorrentemente, ocorrem erros nessa triagem e este campo permite colmatar essa falha.
<b>Desvio</b>	Diferença entre a existência teórica e real.	Por vezes este valor não está atualizado, mas o responsável tem conhecimento de desvios. Esta informação serve de chamada de atenção para essas situações.

Idealmente, no final de cada dia de trabalho o armazém da Nave ficaria vazio e seria de novo abastecido no dia seguinte. Seria possível atingir esta situação de duas formas diferentes:

- O abastecimento feito na quantidade exata necessária a cada fabrico e não em unidades completas. Esta solução implica a criação de um posto de pesagens no Armazém Central.
- O abastecimento feito por excesso e o excedente devolvido ao Armazém Central. Esta alternativa implica um fluxo de retorno que neste momento não existe.

Contudo, mesmo criando as condições necessárias para implementação de uma destas alternativas, a sua aplicação está limitada pela incapacidade do *software* de gestão de *stocks* do Armazém de Matérias-primas para lidar com unidades incompletas. Assim se explica que quase todas as referências de matéria-prima utilizadas na Nave Central tenham *stock* no seu armazém, já que a quantidade remanescente (unidade partida) não pode ser devolvida ao Armazém Central. Este facto, associado à elevada diversidade de matérias-primas utilizadas na Nave Central, faz do seu armazém o segundo maior da unidade, em primeiro lugar está o Armazém Central.

A implementação da primeira alternativa é, ainda, restringida pelo facto de, através do relatório, o utilizador não conseguir identificar quais os fabricos dependentes de cada matéria-

prima. Ou seja, o saldo líquido é agrupado apenas por artigo e não existe discriminação quanto às ordens de fabrico que compõem a origem da necessidade de encomenda.

Esta lacuna está relacionada com o segundo ponto do cálculo das quantidades a encomendar (Análise das quantidades em início de fabrico) que tem como objetivo a divisão entre a quantidade de material necessário na Dispersão e no Vazamento. Os fabricos podem ter duas fases de introdução de matérias-primas, a Dispersão e o Vazamento. Estas duas etapas estão separadas temporalmente (no caso de produtos com moagem chegam a ter mais de um dia de diferença) e, portanto, a quantidade a encomendar pode não ser necessária imediatamente. Ao agrupar a informação por matéria-prima o utilizador perde rastreabilidade quanto à ordem de fabrico e, consequentemente, quanto ao momento em que o material será necessário. Atualmente, o responsável utiliza a sua experiência pessoal para fazer um cruzamento entre as ordens de fabrico e o relatório de necessidades, para eliminar as matérias-primas do Vazamento e, assim, minimizar o *stock* da Nave Central. No dia seguinte, o saldo dos artigos eliminados será de novo negativo relembrando-o que tem de pedir o material para os Vazamentos.

Em conclusão, a informação apresentada no relatório de necessidades não serve as necessidades do processo já que obriga ao cruzamento de dados com outras fontes, ao cálculo manual de quantidades e está demasiado dependente da experiência do utilizador.

### 3.3. Processos Logísticos

Existem vários processos logísticos desenvolvidos na Unidade da CIN Maia. Todavia, apenas o processo de Abastecimento está diretamente relacionado com o projeto e, por essa razão, será o único alvo da análise.

#### 3.3.1. Abastecimento

O abastecimento é um processo desenvolvido no Armazém Central de Matérias-primas, para aprovisionar os armazéns avançados das fábricas, de acordo com encomendas colocadas durante a programação do trabalho diário (representado na figura 8). O processo de abastecimento é idêntico para todas as fábricas, apesar de na figura estar apenas representado a Nave Central (C1).

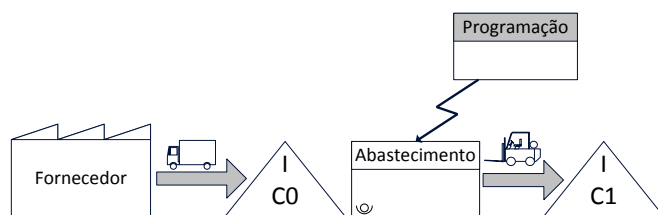


Figura 8: VSM do Armazém Central (C0)

No início do turno, o responsável do Armazém Central consulta as encomendas e coloca-as no sistema informático que gere as localizações do armazém. Este sistema reorganiza a lista da encomenda, criando uma *Pick List*, ordenada por corredores, para minimizar o número de viagens dos operadores. O operador faz o picking das localizações, de acordo com as quantidades encomendadas (*repacking*). Após esta separação, o material é colocado numa zona transitória e transportado para a fábrica (expedição).

Uma vez que o C0 funciona com apenas um turno, e o C1 com dois, é necessário pedir as matérias-primas com antecedência, de forma a evitar a paragem da produção por falta de matéria-prima. Neste caso, as encomendas são feitas diariamente, com um dia de antecedência

e com um horizonte de um dia de trabalho (encomendas no dia 0 à noite para os fabricos do turno noturno do dia 1 e do turno diurno do dia 2). Isto dá margem de manobra aos funcionários do Armazém Central para coordenarem o Abastecimento com as restantes atividades realizadas neste armazém, tais como, a descarga de camiões dos fornecedores e a recolha de amostras para controlo de qualidade.

### 3.4. Processos Produtivos

Os processos produtivos são aqueles onde ocorre a transformação das matérias-primas para a criação de valor.

O processo Fabrico é na realidade um conjunto de processos que, por uma questão de simplificação, foram agrupados de forma a permitir uma visão geral da cadeia de valor. Contudo, estes processos são diversos têm finalidades distintas sendo necessário, para um melhor estudo, fazer uma decomposição do Fabrico em: Pesagem, Dispersão, Moagem, Vazamento e Afiinação.

Para o estudo do funcionamento destes processos foi realizado um acompanhamento das atividades diárias da fábrica, recorrendo à observação direta e questionando os operadores sobre os procedimentos utilizados.


#### 3.4.1. Pesagem

A pesagem consiste na preparação e dosagem das matérias-primas necessárias para uma dada ordem de fabrico, em conformidade com o modo operatório e com os procedimentos de segurança estipulados. Esta etapa inicia a transformação e a criação de valor devendo ser realizada de forma rigorosa e organizada, uma vez que os erros de quantidades e trocas de matérias-primas dão origem a produtos não conformes. A ilustração do setor de pesagens pode ser consultada no Anexo B.

#### Matérias-primas e Armazenamento

As matérias-primas utilizadas no fabrico de tinta são muito variadas e portanto o seu estado de acondicionamento também é distinto. Existem 3 grandes grupos de matérias-primas, com diferentes tipos de recipientes de armazenamento (tabela 7).

Tabela 7: Tipos de matérias-primas e recipientes de armazenamento

Tipo de matéria-prima	Armazenamento	Procedimento de Pesagem
<b>Granel (1)</b>	Cisternas	
<b>Líquida (2)</b>	Tambores e cubos	
<b>Sólidas (3)</b>	Sacos de pó	

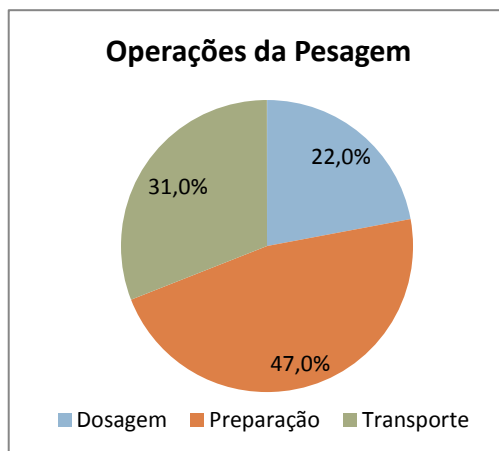
#### i. Operações da Pesagem

As pesagens dividem-se nas seguintes operações (figura 9):



Figura 9: Sequência das operações da Pesagem

O tempo total de observação de pesagens foi de 6 horas e meia. Estas observações permitiram concluir que o tempo de pesagem se distribuiu pelas várias operações da seguinte forma (figura 10):



**Figura 10: Distribuição do tempo de pesagem pelas várias operações**

Uma vez que a criação de valor nas pesagens está associada apenas à operação de dosagem, conclui-se que existe uma grande quantidade de desperdício.

### **Dosagem**

A exatidão da operação de dosagem tem um impacto direto na qualidade do produto acabado e é, portanto, considerada uma operação de valor acrescentado. Contudo, o tempo de dosagem é na realidade um tempo de espera. Por exemplo, na pesagem de líquidos o operador limita-se a observar o escoamento da matéria-prima para fechar a válvula no exato momento em que a quantidade necessária é atingida. Este tempo é, portanto, altamente variável, uma vez que depende não só do tipo de matéria-prima (sólida ou líquida), como também da sua viscosidade e da quantidade a pesar.

A eliminação deste tempo de espera passaria pela utilização de sistemas automáticos de dosagem, para que o operador pudesse efetuar atividades em simultâneo. Essa solução implica um investimento elevado, não só devido à necessidade de tecnologia exata mas também devido à atmosfera explosiva da fábrica (elevado teor de solventes), que limita o tipo de equipamento autorizado. Por esta razão, a diminuição do tempo de dosagem fica excluída desta análise inicial e o foco do estudo incidirá nas operações de Preparação e Transporte que ocorrem durante o processo (operações de apoio). No quarto capítulo, a proposta de reengenharia do abastecimento irá revisitar este processo para propor uma solução.

### **ii. Operações de Apoio na Pesagem**

Devido à grande variabilidade do tempo de dosagem, que poderia distorcer os dados, analisaram-se apenas os tempos das restantes operações, aqui designadas operações de apoio.

Durante as observações surgiram um conjunto de situações excecionais, que pelo seu carácter repetitivo e pelo seu impacto significativo no aumento do tempo das pesagens, foram analisadas separadamente. Sendo assim, as pesagens podem ser classificadas como “Pesagem Irregular” (19 ocorrências) ou “Pesagem Regular” (26 ocorrências) conforme alguma dessas situações excecionais tenha, ou não, ocorrido. Como se pode verificar, pela figura 11, nas pesagens onde foram identificados problemas o tempo de apoio aumenta para sensivelmente o dobro (relativamente à mediana) e a variabilidade é também muito superior. Para clarificar



estas ocorrências serão estudadas cada uma das operações e identificados os problemas mais relevantes.

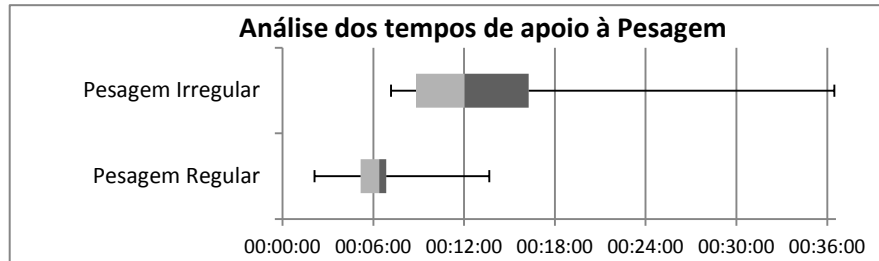


Figura 11: Análise do tempo de apoio na Pesagem

### Transporte de Matérias-primas

Considerou-se o transporte no *picking* e na reposição das matérias-primas nas suas localizações, utilizando o empilhador.

O principal problema que ocorre durante esta operação é o tempo despendido a procurar a matéria-prima quando esta não se encontra na localização atribuída. Para avaliar o impacto desta situação será feita uma análise do problema.

#### Análise do Problema – Picking na Zona de Receção

**Descrição:** A matéria-prima não se encontra na localização fixa atribuída.

**Diagnóstico:** Esta situação ocorre normalmente quando durante a pesagem a quantidade contida no recipiente da matéria-prima é inferior à necessária (pesagem incompleta). Isto significa que, durante a programação do trabalho diário, o saldo dessa referência era negativo e foi colocada uma encomenda. Quando o material foi rececionado na nave, a localização dessa matéria-prima ainda estava ocupada pela unidade incompleta em utilização e, por isso, o material foi mantido na zona de receção.

**Impacto:** O operador é obrigado a procurar a matéria-prima na zona de receção de material da Nave Central aumentando assim o tempo e a distância percorrida durante o *picking* (figura 12).

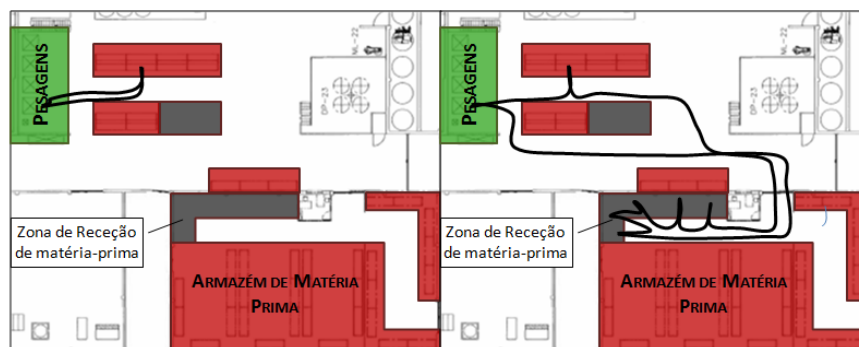


Figura 12: Diagrama *spaghetti* representativo das movimentações do operador durante o transporte em condições regulares (lado esquerdo) e o transporte quando a matéria-prima não está na localização (lado direito)

O tempo de transporte associado a uma pesagem está representado quando a matéria-prima não está na localização atribuída, a mediana é 4,3 vezes superior (Anexo C).

### Preparação Inicial e Preparação Final

A preparação inicia-se quando o operador chega ao posto de pesagem e termina quando é iniciada a dosagem. Durante este período o operador reúne todas as ferramentas e recipientes

de que irá necessitar, configura a balança e coloca os equipamentos de proteção individual. Os maiores desvios relativamente ao tempo médio de preparação ocorrem quando as ferramentas e material não estão disponíveis no posto de trabalho.

### Análise do Problema – Falta de Material

**Descrição:** Ausência de ferramenta/ recipiente necessário no posto de pesagem.

**Diagnóstico:** Existem dois motivos para a ocorrência desta situação.

No caso da falta de ferramentas, a sua ausência explica-se pela inexistência de uma associação direta das ferramentas ao posto. Verifica-se que, no caso em análise, as ferramentas estão associadas aos colaboradores. Isto incita um sentimento de posse quanto às ferramentas que no final de cada turno, são guardadas nas gavetas dos operadores, dificultando o acesso aos restantes operadores.

No caso dos recipientes para pesagem, o procedimento instituído requer que o operador reúna todos os recipientes de que irá necessitar antes de iniciar a pesagem. No entanto, verifica-se que normalmente os recipientes não estão em condições de utilização imediata (ou não estão lavados ou não estão no devido local de armazenamento). Esta situação resulta da ausência de um circuito fechado de recipientes, cada operador deixa as vasilhas no ponto de utilização, em vez de as devolver ao posto de lavagem.

A figura 13 representa as movimentações do operador durante a pesagem. Como se pode ver, o operador desloca-se um elevado número de vezes à zona de lavagem de recipientes e chega mesmo a percorrer o perímetro da fábrica na busca de um recipiente disponível.

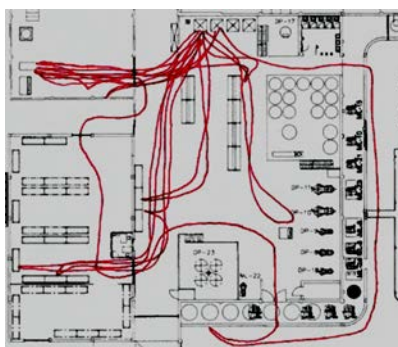


Figura 13: Diagrama *spaghetti* representativo das movimentações do operador de Pesagem durante meia hora.

**Impacto:** Quando o operador não está na posse de uma ferramenta necessária tem de se deslocar a outro posto e pedir a ferramenta emprestada. Depois de a utilizar faz uma nova deslocação para devolução. No caso da ausência de recipientes o operador é obrigado a deslocar-se, de novo, ao posto de lavagem para verificar se existem vasilhas disponíveis e lavá-las se necessário. Estas situações estão associadas ao desperdício de movimentações e aumentam 2,3 vezes (relação entre medianas) o tempo de preparação, relativamente a uma preparação regular (Anexo C).

#### **3.4.2. Dispersão**

O objetivo da dispersão é a desagregação das partículas sólidas num líquido, através do aumento da energia mecânica do sistema, conseguida com a utilização de um dispersor. Este equipamento é constituído por um motor elétrico, de velocidade variável, ligado a um disco metálico dentado, fixo num eixo e controlado por um operador.

A dispersão permite o desenvolvimento de um conjunto de propriedades importantes da tinta e, quando erradamente executada, é a causa de uma ampla variedade de defeitos como o fraco desenvolvimento da força corante, flutuação de cor, sedimentação, etc. A elevada variabilidade desta etapa dá-lhe um relevo especial no processo de fabrico. Para além disso, é a etapa mais representativa do custo total de produção, em conjunto com o custo das matérias-primas da formulação.

### Seleção do Dispersor

Existem dois postos de trabalho de dispersão: a Pré-Mistura e o Dispermix. A seleção entre os dois deve ser feita de acordo com a quantidade a fabricar. A tabela 8 apresenta as principais diferenças entre os dois postos de trabalho. No Anexo D podem ser encontradas fotografias dos dois postos de trabalho.

Tabela 8: Diferenças entre Pré-Mistura e Dispermix

	Pré-Mistura	Dispermix
<b>Tipo de Lote</b>	Lote pequeno (<900Lt)	Lote grande (>900Lt)
<b>Nº de Dispersores</b>	5 Dispersores pequenos	3 Dispersores grandes rotativos
<b>Tanques</b>	Tanques móveis	4 Tanques fixos associados a cada um dos dispersores (total de 12 tanques)
<b>Nível</b>	Nível do solo	Plataforma em altura

#### i. Dispersão no Posto de Trabalho Dispermix

Durante a etapa de Dispersão o operador executa um conjunto de operações que ocorrem segundo uma determinada sequência (figura 14).

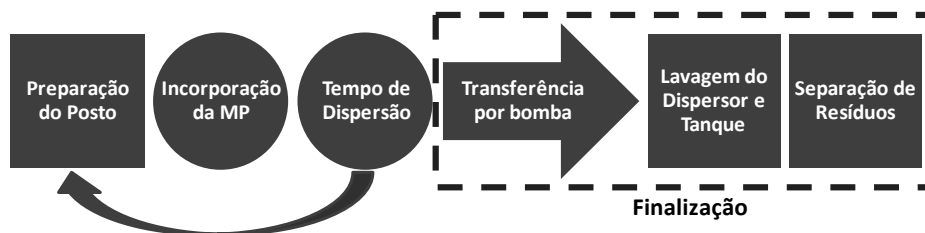


Figura 14: Sequência de Operações da Dispersão no Dispermix

A forma como se distribui o tempo do operador do Dispermix pode ser analisada na figura 15. A amostra analisada refere-se a um produto de indústria (27880 N417) e tem uma duração total de 2 horas e 15min. A escolha deste produto deve-se ao seu peso significativo na produção da Nave Central

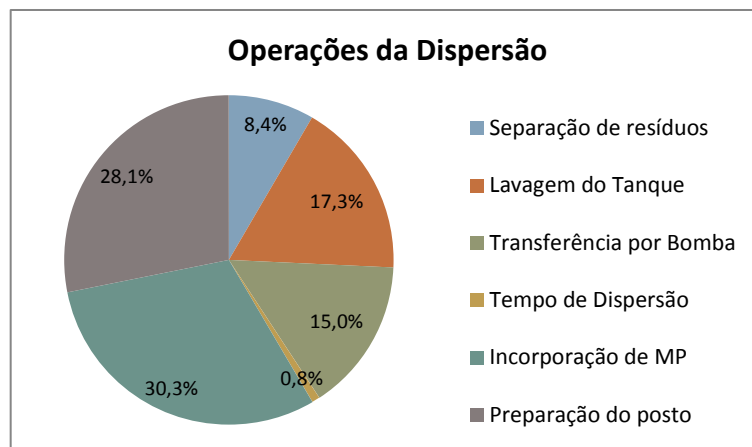


Figura 15: Operações da Dispersão no posto Dispermix

### Preparação do Posto de Trabalho

Durante a preparação do posto de trabalho são desenvolvidas as seguintes atividades:

- Baixar o Dispensor e colocar o equipamento de aspiração no interior do tanque;
- Regular a velocidade de rotação do veio;
- Colocar a fita de temperatura, quando necessário;
- Transportar os materiais para junto do tanque de fabrico (figura 16).

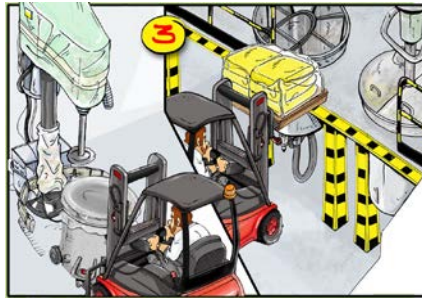


Figura 16: Preparação do posto de trabalho (Pré-Mistura e Dispermix)

### Análise do Problema – Desnível de cotas entre Pesagem e Dispermix

**Descrição:** Diferença de nível entre as pesagens e o Dispermix.

**Diagnóstico:** No processo de dispersão, a segunda maior parcela é o tempo dedicado à preparação do posto. Isso deve-se à dificuldade de acesso ao tanque, uma vez que este se encontra numa plataforma elevada, com um espaço de trabalho reduzido.

**Impacto:** O facto de os tanques do Dispermix não estarem ao mesmo nível da pesagem dificulta a preparação do posto, obrigando a movimentações adicionais de elevação e ajuste dos materiais em relação ao tanque. A figura 17 mostra as movimentações em cima da plataforma, para a aproximação e introdução dos materiais no tanque.

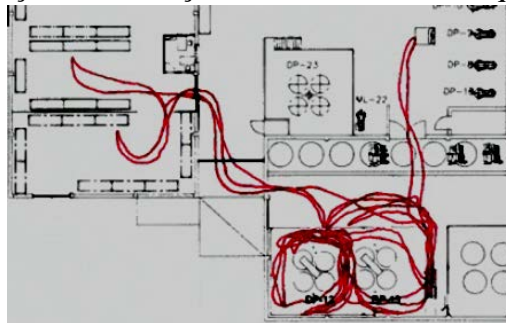


Figura 17: Diagrama *spaghetti* representativo das movimentações do operador do Dispermix durante meia hora dedicada à preparação do posto

### Incorporação das Matérias-primas e Tempo de Dispersão

A incorporação é o momento em que as várias matérias-primas pesadas são misturadas, segundo uma determinada sequência, para dar origem à tinta. Esta sequência e o tempo de dispersão são parâmetros determinados na ordem de fabrico que permitem o correto desenvolvimento das propriedades da tinta. Sendo assim, esta é uma operação de valor acrescentado.

No caso da adição de matérias-primas sólidas (figura 18), a incorporação deve efetuar-se lentamente, para evitar a formação de agregados, de tamanho mais elevado, que demoram

mais tempo a dispersar. Uma incorporação demasiado rápida pode aumentar 4 a 5 vezes o tempo de dispersão. Outra particularidade da incorporação de matérias-primas sólidas é a necessidade de um segundo operador, para apoio, devido ao elevado peso dos sacos de pó. Como alternativa, no Dispermix, existe a possibilidade de fazer esta operação com recurso a um equipamento de elevação de cargas, apesar de o processo se tornar bastante mais lento. Esta opção não existe no posto de Pré-Mistura.



**Figura 18: Incorporação de matéria-prima sólida**

Tal como já foi referido, o tempo de dispersão permite a criação de valor no produto. Contudo, isso não significa que o operador tenha de estar à espera da máquina durante o tempo de dispersão. É aconselhável que se ocupe com atividades de preparação para a introdução da matéria-prima seguinte. Na Pré-Mistura, o operador trabalha, normalmente, com mais do que um dispersor em simultâneo e ocupa o tempo de espera trabalhando noutra ordem de fabrico. No Dispermix, uma vez que o mesmo operador é responsável pela pesagem e dispersão, o tempo de espera é utilizado para pesar as matérias-primas que serão introduzidas a seguir. Daí que no caso analisado (figura 15), embora o tempo total de dispersão do produto seja de 95 min, esse tempo não está representado no gráfico, uma vez que o operador desenvolvia operações em paralelo com a dispersão.

#### Análise do Problema – Falta de Rastreabilidade na Dispersão

**Descrição:** Dispersor sem temporizador.

**Diagnóstico:** O dispersor não está equipado com um temporizador que permita parar o dispersor, ou alertar o operador, quando o tempo de dispersão é atingido. Uma vez que o operador aproveita o tempo de dispersão para desenvolver outras atividades, é recorrente que o tempo de dispersão seja ultrapassado.

**Impacto:** Um tempo de dispersão superior ao definido na ordem de fabrico poderá ter como consequência a alteração das propriedades da tinta, uma vez que a agitação leva ao aumento da temperatura. No caso inverso em que o tempo de dispersão não é cumprido, ocorre uma fraca dispersão, aumentando o tempo de processamento da moagem. A ausência de um mecanismo de controlo, resulta na falta de rastreabilidade do processo para garantir a qualidade da tinta.

#### **Finalização**

As atividades realizadas na Finalização dependem do posto de trabalho onde são desenvolvidas. Contudo, de uma forma geral, podem dividir-se nas seguintes atividades:

- Transporte do produto para o processo seguinte. Se o produto estiver no Dispermix é feita uma transferência por bomba.



- Lavagem do tanque e do dispersor. Este procedimento é de difícil execução e por isso será analisado separadamente.
- Separação de resíduos para o ecoponto e arrumação do posto de trabalho.

### Análise do Problema – Ergonomia do Procedimento de lavagem do Dispermix

**Descrição:** Dificuldade de lavagem dos tanques do Dispermix

**Diagnóstico:** No caso dos tanques móveis, a lavagem é realizada por uma máquina de lavar especializada. Contudo, no caso Dispermix, os tanques são fixos e a sua lavagem é difícil. A operação é desenvolvida com a utilização de vassouras e/ou raspadeiras para remover a tinta das paredes do tanque. O equipamento não é ergonómico. A figura 19 mostra a diferença entre um tanque sujo e um lavado.



Figura 19: Tanque sujo (lado esquerdo) e tanque lavado (lado direito)

**Impacto:** A dificuldade de lavagem dos tanques tem como principais consequências o elevado tempo despendido nesta operação e a possibilidade de contaminação entre produtos.

#### 3.4.3. Moagem

O processo de Moagem tem como objetivo reduzir o volume das partículas para aumentar o poder de cobertura da tinta. Durante este processo a tinta é introduzida numa câmara com microesferas que, por colisão, reduzem o tamanho das partículas. Este é um processo em fluxo, ou seja, a tinta atravessa a câmara partindo de um tanque de entrada (tanque móvel ou tanque fixo) e é transferida para um tanque de saída (tanque móvel), tal como mostra a figura 20.

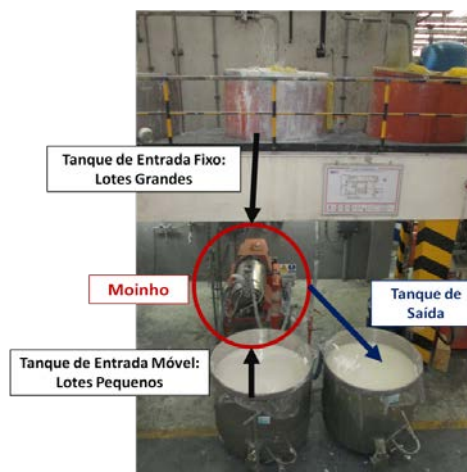


Figura 20: Fluxo de tinta na moagem

O tanque de entrada fixo é utilizado no fabrico de lotes grandes no Dispermix. Uma vez que a quantidade de tinta fabricada neste posto é superior à capacidade do tanque móvel de saída, são necessários vários tanques de saída.

A validação desta etapa é feita pela análise do grau de moagem que é definido na ordem de fabrico como um valor mínimo de referência. Este indicador de qualidade é positivamente influenciado pelo aumento do tempo de permanência da tinta no moinho. Isso pode ser conseguido de duas formas: pela redução do caudal, ou pelo aumento do número de passagens da tinta pelo moinho. O estudo da moagem conclui que, comparativamente, se obtém um maior rendimento aumentando o número de passagens do que diminuindo o caudal. Ou seja, para o mesmo grau de moagem, passar a tinta duas vezes no moinho com um caudal superior demora menos tempo do que apenas uma passagem com um caudal inferior.

Outro fator a ter em consideração é a densidade e viscosidade da tinta. A transferência com bomba dos produtos mais densos e viscosos é mais difícil porque, ao aumentar o caudal, a pressão da bomba aumenta, desativando-a. Sendo assim, é necessário encontrar um equilíbrio entre a maximização do rendimento da moagem e o correto funcionamento da bomba para definir o melhor caudal.

Para compreender o processo é feita uma divisão do trabalho desenvolvido neste setor em três operações principais: Iniciação, Monitorização e Finalização.

### **Iniciação da Moagem**

Nesta etapa desenvolvem-se as seguintes atividades:

- Colocação dos tanques de entrada na posição correta.
- Colocação do moinho em funcionamento.
- Verificação da moagem de saída.
- Ajuste do caudal de saída até atingir o grau de moagem pretendido.

### Análise do Problema – Parâmetros de Funcionamento da Moagem

**Descrição:** Falta de parâmetros de funcionamento normalizados

**Diagnóstico:** Como foi referido, os parâmetros a ter em conta para atingir o grau de moagem desejado são, o caudal e o número de passagens. Contudo, não existe uma norma orientadora para definir estes parâmetros e o operador baseia-se na sua experiência pessoal. A dificuldade de definição destes parâmetros relaciona-se com a tecnologia dos moinhos. O regulador de caudal é um manípulo sem escala, o que dificulta o controlo pelo operador e a comparação com o caudal utilizado na moagem anterior de cada produto.

Outro fator a ter em conta é a diferença entre o grau de moagem final do produto e o grau de moagem à saída dos moinhos. Uma vez que na etapa de vazamento são adicionadas apenas matérias-primas líquidas, o grau de moagem pode aumentar. Nestes casos, a moagem de saída não tem de ser tão exigente. A definição destes valores deve surgir de um trabalho conjunto com o departamento de Investigação e Desenvolvimento no sentido de aumentar a produtividade deste processo.

**Impacto:** Uma vez que os parâmetros de moagem dependem da experiência do operador, o processo apresenta grande variabilidade e não existe rastreabilidade.

### **Monitorização das Moagens em Curso**

- Controlo dos moinhos: verificação do seu correto funcionamento.
- Troca de tanques quando necessário.

### Análise do Problema – Monitorização do funcionamento dos moinhos

**Descrição:** Falta de gestão visual do estado do moinho

**Diagnóstico:** Durante a monitorização das moagens, o operador é obrigado a deslocar-se ao moinho para verificar o seu funcionamento uma vez que não existe nenhum tipo de sinalização visual quanto ao estado deste (em carga/parado). Para além disso, apenas o operador tem conhecimento da progressão da moagem uma vez que não existe informação no posto quanto à hora de início da moagem e quanto ao número de passagens concluídas.

**Impacto:** A figura 21 representa as movimentações do operador durante um período de meia hora. Verifica-se que o operador é responsável por uma vasta área e é obrigado a fazer grandes deslocações para controlar os moinhos devido à disposição dos equipamentos e à falta de gestão visual.

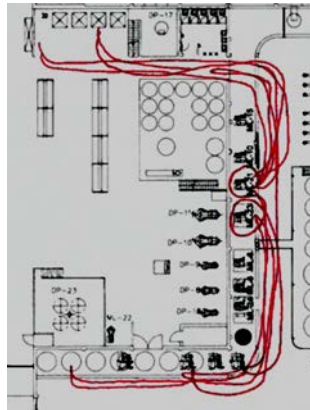


Figura 21: Diagrama *spaghetti* representativo das movimentações do operador da Moagem durante meia hora

#### **Finalização da Moagem**

- Transporte do tanque da zona dos moinhos para a zona de transição.
- Lavagem do moinho e bomba.

### Análise do Problema – Zona de Transição

**Descrição:** Falta de gestão visual dos produtos em espera para Moagem e em espera para Vazamento

**Diagnóstico:** A zona de transição é a mesma para os produtos em espera para Moagem e para os produtos em espera para Vazamento (figura 22).



Figura 22: Secção de Moagem (a vermelho tanques em espera e a preto tanques de moagem em curso)

**Impacto:** Uma vez que não existe uma separação óbvia entre estes dois pontos de espera, os operadores perdem a noção da fila de espera para o processo de Moagem e de Vazamento.



### Análise do Problema – Procedimento de Lavagem de Moinhos e Bombas

**Descrição:** Não existe norma de lavagem do moinho

**Diagnóstico:** Idealmente a lavagem deveria ser feita em duas etapas. Primeiro deveria utilizar-se a bomba para fazer o diluente passar no moinho num circuito fechado (recirculação). Depois, deveria abrir-se o circuito e passar diluente limpo. Atualmente, a avaliação da qualidade da lavagem fica ao critério do operador. Contudo, existem determinados critérios que podem ser normalizados para garantir a qualidade da lavagem nomeadamente a duração da recirculação e a quantidade de diluente para recirculação e quantidade para limpeza final.

**Impacto:** A normalização do procedimento de lavagem, para além de prevenir a contaminação entre produtos, tem impacto nas quebras. Verifica-se que, durante a moagem, há uma percentagem de produto que fica no interior da câmara do moinho. Para evitar esta situação é possível retirar um certa quantidade de diluente na fase de dispersão e utilizar esse diluente na lavagem. Esse diluente sujo pode ser reincorporado na tinta e eliminar as quebras do moinho. Este procedimento deve ser autorizado e normalizado pela área técnica.

#### 3.4.4. Vazamento

O Vazamento corresponde a uma nova etapa de incorporação de matérias-primas num tanque fixo de capacidade superior (figura 23).



Figura 23: Tanque fixo de Vazamento

Sendo assim, esta etapa inclui a transferência da tinta, através de uma bomba, dos tanques móveis para o tanque fixo, nova pesagem de matéria-prima e respetiva incorporação. Uma vez que o produto já passou no moinho, nesta etapa apenas são introduzidas matérias-primas líquidas, normalmente em grande volume.

Nos casos em que o volume final de tinta é inferior a 1000Lt (volume do tanque móvel), não é necessário transferir a tinta para um tanque fixo. Esta situação denomina-se Acabamento.

A figura 24 representa as movimentações do operador do Vazamento.

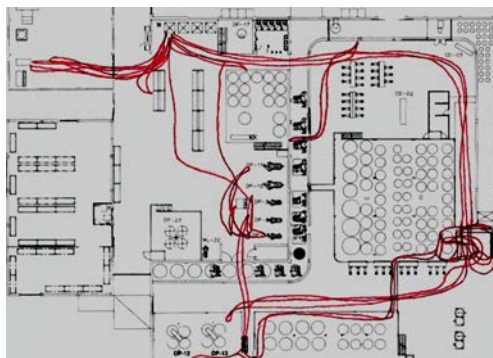


Figura 24: Diagrama spaghetti representativo das movimentações do operador do Vazamento durante meia hora

Comparativamente aos operadores das restantes etapas, este é o que faz deslocações mais longas devido à distância entre o posto de pesagem e os tanques fixos. Uma vez que este operador tem de fazer pesagens, todos os problemas identificados na análise desse processo voltam a surgir. Note-se, por exemplo, a falta de recipientes lavados obrigando o operador a deslocar-se inúmeras vezes à zona de lavagem (canto superior esquerdo).

### 3.4.5. Ajustagem

O processo de ajustagem corresponde ao acerto de cor da tinta relativamente a um padrão. Este processo desenvolve-se por etapas de forma cíclica até atingir a cor pretendida (figura 25)



Figura 25: Sequência de atividades da Ajustagem

Durante este processo o operador desloca-se a três zonas diferentes da fábrica: ao tanque fixo ou móvel, para recolher a amostra, ao posto de ajustagem para pintar a carta e dosificar as pastas, e ao equipamento acessório, para inspeção e secagem da carta. A figura 26 representa as movimentações do operador de Ajustagem. Por cada vez que o ciclo se repete o ajustador tem de se deslocar ao tanque para retirar uma amostra de tinta. Isto poderia ser evitado se existisse um segundo posto de apoio com algum do material, de forma a minimizar as deslocações.

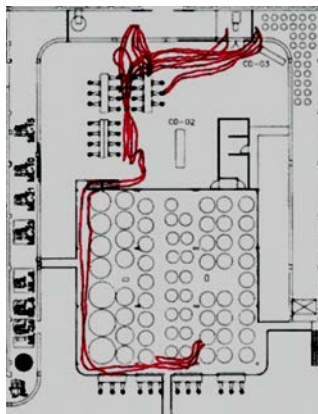


Figura 26: Diagrama spaghetti representativo das movimentações do operador da Ajustagem durante meia hora

A aprovação da cor é dada pela comparação do relatório do espectrofotómetro com os desvios admitidos pelo manual de qualidade. Dentro destes desvios o operador tem poder para fazer um acerto final se a diferença de cor for ainda perceptível na inspeção visual. Este processo é portanto muito manual e depende altamente da experiência do ajustador.

## 3.5. Mapeamento do Fabrico

O mapeamento do Fabrico tem como objetivo analisar de que forma os vários processos produtivos, analisados anteriormente, estão interligados. Para isso, serão utilizadas as duas primeiras etapas da ferramenta VSM, apresentada no segundo capítulo.

### 3.5.1. Seleção de produtos para análise

O primeiro passo para o desenvolvimento de um mapa da cadeia de valor é a seleção de uma família de produtos. Uma família de produtos é um conjunto de produtos que atravessa etapas de produção semelhantes e que partilha equipamento. Uma vez que o foco da filosofia *Lean* é a satisfação do cliente, a seleção deve privilegiar os produtos com maior volume de vendas.

A análise dos três produtos mais vendidos da Nave Central e respetivos processos são apresentados na tabela 9.

Tabela 9: Top 3-produtos de maior consumo da Nave Central e respetivos processos

Produto	Processos			
	Dispermix	Moagem	Vazamento	Afinação
<b>27880 N417</b>	X	X	X	X
<b>12230 0509</b>	X	X	X	-
<b>7K651 7101</b>	X	-	-	-

Verifica-se que os produtos do top 3 pertencem a segmentos de mercado distintos (indústria, decoração e proteção anticorrosiva) e, portanto, é natural que apenas um dos processos seja comum. Para além disso, os tempos associados a cada etapa dependem da própria formulação da tinta e, sendo produtos de mercados diferentes, não são semelhantes.

Conclui-se que este conjunto de produtos não apresenta semelhanças suficientes para ser considerado uma família e o mapeamento deve ser feito de forma discriminada.

### 3.5.2. Mapa Atual

A figura 27 corresponde à representação do *VSM* dos três produtos seleccionados (para uma melhor visualização consulte o Anexo F).

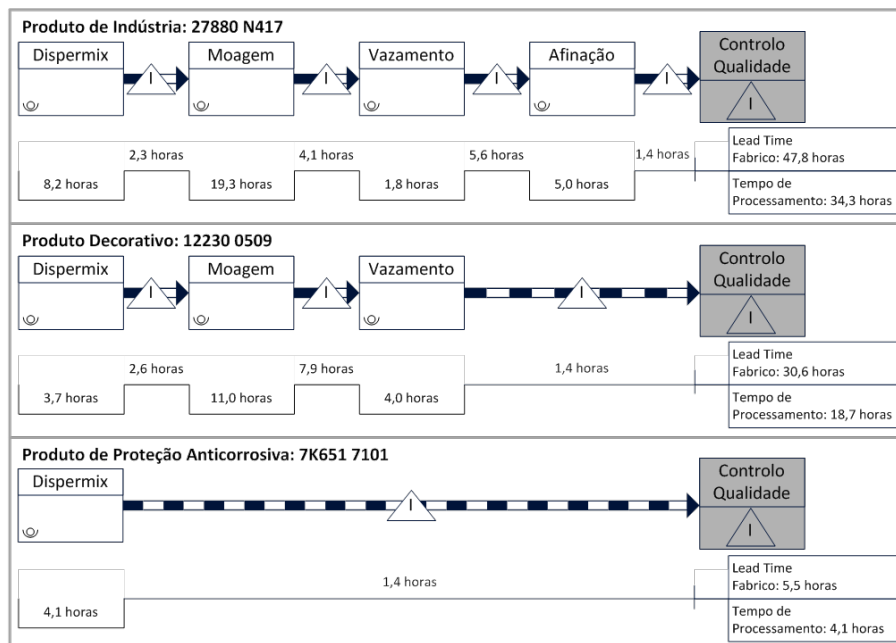


Figura 27: VSM dos 3 produtos seleccionados

Uma vez que a observação direta não era suficiente para obter uma amostra de dados significativa, recorreu-se ao do software *Shop Floor Control (SFC)*, utilizado para controlar as operações da fábrica. O tratamento dos dados foi feito através do cruzamento entre a informação do *SFC* e o horário de funcionamento da fábrica, com o objetivo de eliminar os *outliers*. Os valores apresentados no mapa correspondem à média ou à mediana, dependendo

da simetria da amostra (para amostras assimétricas utilizou-se a mediana – Anexo G). A amostra recolhida corresponde ao período entre Janeiro de 2013 e Maio de 2014.

#### i. Análise do Mapa

Tal como se previa, os tempos diferem em função do produto. Para procurar compreender essa situação serão analisadas as principais características dos produtos e de que forma condicionam o tempo por etapa e os tempos nos pontos de espera.

#### Dispermix

Os processos de Pesagem e Dispersão são claramente distintos, na produção de lotes pequenos, porque para além de serem desenvolvidas por diferentes operadores, existe um ponto de inventário em espera entre o final da Pesagem e o início da Dispersão. Contudo, na produção de grandes lotes, como é o caso dos produtos seleccionados, verifica-se que o mesmo operador executa as duas atividades. Como consequência o inventário *WIP* é desprezável e estas etapas podem ser agregadas num único processo.

A tabela 10 apresenta as principais características dos produtos com impacto direto na etapa em análise:

**Tabela 10: Características dos produtos que influenciam o tempo do processo Dispermix**

Características	27880 N417	12230 0509	7K651 7101
Quantidade fabricada	4.505 Lt	2.045 Lt	2.268 Lt
Nº de matérias-primas pesadas e incorporadas	20	9	10
Tempo total de dispersão	3h. 10 min.	35 min.	50 min.
Quantidade de MP sólida introduzida	3806 Kg	3100 Kg	4407 Kg
Equipamento do Dispermix	TDX2	TDX4	TDX9;TDX10
<b>Tempo do processo</b>	<b>8,2 horas</b>	<b>3,7 horas</b>	<b>4,1 horas</b>

Apesar de o limite de capacidade dos tanques do Dispermix ser de 2300 Lt, é possível fabricar uma quantidade superior, como é o caso do 27880 N417, através da divisão em duas misturas que são reunidas na etapa seguinte.

No caso do 7K651 7101 verifica-se que este é o único processo deste produto. Isso significa que o produto não é transferido e que o enchimento é feito no próprio tanque de fabrico, consequentemente, o tanque fica indisponível até ao fim do enchimento.

A existência de equipamentos diferentes, para produtos diferentes, está relacionada com a utilização de equipamentos dedicados que facilitam as lavagens e assim evitam contaminações entre produtos. Esta característica não tem impacto direto no tempo deste processo.

#### **WIP entre Dispermix e Moagem**

Uma vez que está implementado um fluxo *push* é natural existirem pontos de inventário entre processos consecutivos. O *WIP* entre o Dispermix e a Moagem está diretamente relacionado com o facto de o arranque dos processos estar dependente de uma programação feita com base em previsões e não nas necessidades do processo cliente.

Inicialmente pensou-se que o facto de o produto 12230 0509 poder utilizar dois equipamentos alternativos, teria impacto no tempo de espera entre estes processos. Contudo, verifica-se que esse fator não tem uma influência significativa e que o tempo de espera é quase idêntico para os dois produtos (tabela 11).

Tabela 11: Características dos produtos que influenciam o tempo entre o Dispermix e a Moagem

Características/Produto	27880 N417	12230 0509
Equipamento Moagem	ML13; ML32	ML11
<b>Tempo WIP</b>	<b>2,3 horas</b>	<b>2,6 horas</b>

### Moagem

A função do moinho é aumentar o grau de dispersão do produto. Os fatores que influenciam o tempo deste processo são o caudal do moinho e o número de passagens.

Na tabela 12 apresentam-se as características do processo de moagem para os produtos em análise.

Tabela 12: Características dos produtos que influenciam o tempo da Moagem

Características/Produto	27880 N417	12230 0509
Quantidade da pasta de moagem	3.505 Lt	2.025 Lt
Nº passagens no moinho	2 passagens (moinhos em linha)	1 passagem
Equipamento Moagem	ML13; ML32	ML11
<b>Tempo do processo</b>	<b>19,3 horas</b>	<b>11,0 horas</b>

No final do processo a tinta encontra-se em tanques móveis. Dado que a capacidade máxima dos tanques é de 1.100 Lt, são necessários quatro tanques para o 27880 N417 e dois para o 12230 0509.

### WIP entre a Moagem e o Vazamento

À semelhança da espera entre o Dispermix e a Moagem, também aqui, o *WIP* entre os processos está associado ao fluxo desconectado entre os processos consecutivos.

Existem três razões para esta falta de fluxo.

A primeira está associada à previsão de enchimento. Como os produtos têm tanques dedicados, é necessário que estes estejam disponíveis, ou seja, que o lote anterior de tinta já tenha sido totalmente transferido para o enchimento para que o lote seguinte possa ser vazado nesse tanque. Se ocorrerem atrasos imprevistos no enchimento o produto irá permanecer em espera até que o tanque fique disponível.

A segunda razão está relacionada com o tipo de planeamento e a urgência dos produtos (tabela 13).

Tabela 13: Características dos produtos que influenciam o tempo entre a Moagem e o Vazamento

Características/Produto	27880 N417	12230 0509
Tipo de Planeamento	Especial de Lote	Lote
Segmento de Mercado	Indústria	Decorativo
Equipamento Vazamento	TF189	TF192
Tempo do processo de Vazamento	1,8 horas	4,0 horas
<b>Tempo WIP</b>	<b>4,1 horas</b>	<b>7,9 horas</b>

Os três produtos selecionados são caracterizados, quanto ao tipo de planeamento, como produtos de lote. Contudo, devido aos diferentes segmentos de mercado a que pertencem, existem algumas diferenças no seu planeamento. Os produtos de indústria são desenvolvidos à medida dos requisitos específicos de um único cliente e o planeamento da produção é feito com base em encomendas do cliente (produtos especiais). Contudo, no caso do 27880 N417, devido à elevada quantidade vendida, o gestor de produto decidiu que este devia ser um produto de lote com planeamento com base no IC. Este planeamento é desadequado uma vez

que este índice funciona apenas para produtos de vendas diárias e não de vendas pontuais de grandes quantidades. Sendo assim, as previsões de venda do 27880 N417 não refletem o perfil real de procura do produto.

Por fim, o tempo de processamento da etapa seguinte, o Vazamento, tem influência na programação do trabalho diário. Normalmente, existe apenas um operador alocado ao processo de vazamento que consegue fazer, em média, três vazamentos por turno. Uma vez que o tempo de vazamento do 12230 0509 é superior à média dos restantes vazamentos, torna-se impossível completar os três vazamentos quando este produto é um dos programados. Por essa razão, este vazamento é muitas vezes adiado, aumentando a espera neste ponto do fluxo.

### **Vazamento**

O Vazamento inclui a transferência de tinta para o tanque final, a pesagem de matérias-primas e a sua incorporação. As características que influenciam o tempo deste processo são as seguintes (tabela 14):

**Tabela 14: Características dos produtos que influenciam o tempo do Vazamento**

<b>Características/Produto</b>	<b>27880 N417</b>	<b>12230 0509</b>
Quantidade transferida	3.505 Lt	2.045 Lt
Nº de matérias-primas pesadas e incorporadas	4	13
Tempo total de homogeneização	15 min.	45 min.
Quantidade total do lote	4.000 Lt	5.786 Lt
<b>Tempo do processo</b>	<b>1,8 horas</b>	<b>4,0 horas</b>

A transferência dos produtos é feita por bomba dos tanques móveis para o tanque final. Uma vez que a tinta se encontra em vários tanques, é necessário transferi-los um a um. Apesar de o 27880 N417 exigir maior tempo de transferência, devido à quantidade superior, o tempo de vazamento do 12230 0509 é bastante superior devido ao elevado número de matérias-primas pesadas e incorporadas nesta etapa.

### **WIP entre Vazamento e Afinação**

O tempo entre as etapas de Vazamento e Afinação está relacionado com os horários de trabalho das equipas da fábrica. A equipa de fabrico trabalha durante dois turnos (8h – 17h e das 17h- 2h) enquanto a equipa de Afinação trabalha apenas no primeiro turno. Sendo assim, é natural que exista um fluxo desconectado neste ponto da cadeia.

### **Afinação**

A afinação é um processo que só é necessário em tintas com cores. O tempo desta etapa depende do número de afinações até atingir a cor padrão e portanto depende muito da experiência do afinador.

### **WIP entre Afinação e Controlo de Qualidade**

Este ponto de inventário corresponde ao tempo desde que o produto termina a afinação até entrar em Controlo de Qualidade.

#### **ii. Conclusão do mapa**

Ao nível dos processos, verifica-se que o desperdício associado aos pontos de inventário entre processos é bastante elevado. Este desperdício, apesar de se revelar na forma de material em espera, é na realidade, um desperdício de excesso de produção. Isso significa que o processo a

montante produz a uma cadência superior à necessidade do processo cliente criando inventário em *WIP*.

Na tabela 15 está representada a percentagem de desperdício associada a este excesso de produção.

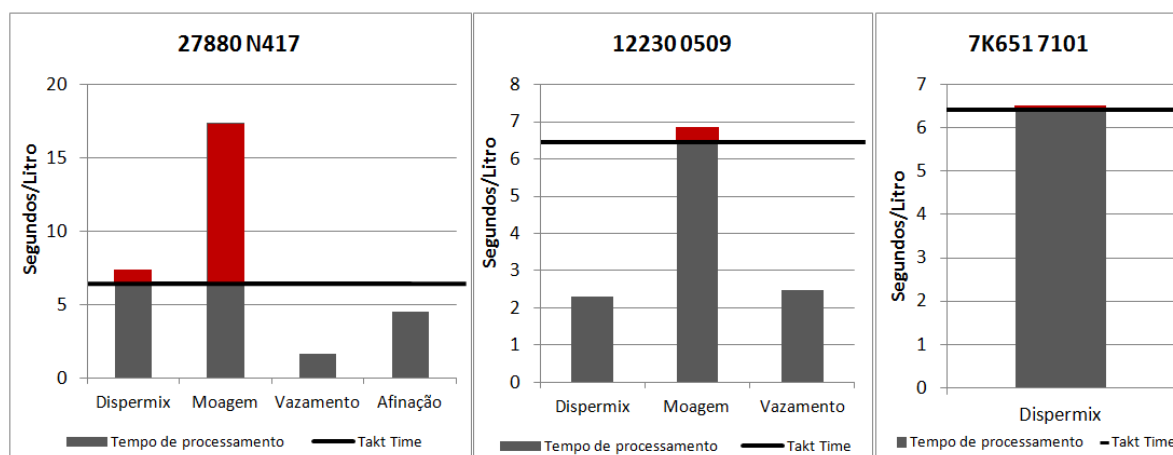
**Tabela 15: Percentagem de desperdício de excesso de produção por produto**

Produto	Desperdício de Sobreprodução
<b>21880 N417</b>	28,5%
<b>12230 0509</b>	38,9%
<b>7K651 7101</b>	25,5%

Estes cálculos permitem ter uma noção do desperdício da cadeia de valor. Claro que ao nível de cada um dos processos existem outros tipos de desperdício, como já foi analisado anteriormente.

Ao nível da procura do cliente é necessário calcular o *takt time* máximo para corresponder à procura do cliente. Uma vez que os três produtos são planeados segundo uma filosofia *make-to-stock*, é possível utilizar a média mensal de vendas para caracterizar a procura uma vez que o *stock* de produto acabado permite nivelar a produção na fábrica. A partir da percentagem de volume de vendas de cada produto calculou-se que fração do tempo de funcionamento da fábrica deveria ser aplicado a cada produto. O quociente entre o tempo disponível e a procura é o *takt time*. Este valor representa o tempo máximo de processamento, em segundos por litro, para dar resposta às necessidades do cliente.

Na figura seguinte compara-se o tempo de processamento de cada etapa com o *takt time* calculado de cada produto. Para isso, o tempo de processamento foi também transformado em segundos por litro utilizando a dimensão do lote.



**Figura 28: Comparação entre o tempo de processamento dos processos e o *takt time* (tempo máximo de processamento)**

Verifica-se que a Moagem é o processo que mais se afasta do *takt time* e, por isso, as melhorias neste processo devem ser prioritárias.

Estes resultados estão em concordância com as conclusões anteriores. O processo que causa mais fila de espera é aquele que mais se afasta dos requisitos do cliente. A programação é feita com base na procura, mas a capacidade do equipamento não permite dar resposta às exigências do mercado.

## 4. Desenho de Soluções

A caracterização do problema permitiu analisar os vários processos e fluxos desenvolvidos para a produção na Nave Centra. Deste estudo surgiram um conjunto de oportunidades de melhoria que determinaram o desenho de soluções, fundamentadas nos conceitos *Lean/Kaizen* e nas metodologias de Mapeamento da Cadeia de Valor, Reengenharia de Processos, Normalização do Trabalho, *Jidoka* e *5S*.

### 4.1. Visão Futura do Mapa da Cadeia de Valor

A visão futura do mapa da cadeia de valor baseia-se num conjunto de três conceitos chave:

#### Conceito 1

Alteração do atual paradigma de abastecimento da produção. Na proposta, o armazém de matéria-prima na Nave Central é substituído por um supermercado sequencial. Este supermercado é aprovisionado pelo processo de Abastecimento, de acordo com a programação diária, com *kits Junjo* “personalizados”. Para além disso, o conceito de abastecimento torna-se mais abrangente, passando a incluir o processo de Pesagem.

#### Conceito 2

Reconhecer a existência de quatro fluxos de material claramente distintos de acordo com o volume de produção e os segmentos de mercado. Esta diferenciação permite o desenvolvimento de uma proposta de *layout* orientado por produto.

#### Conceito 3

Adotar as alterações necessárias para eliminar os desperdícios de cada processo aplicando os *5S*, *Jidoka* e Normalização do Trabalho.

A figura 29 representa a visão futura da cadeia de valor incorporando os conceitos desenvolvidos (para uma melhor visualização consulte o Anexo H).

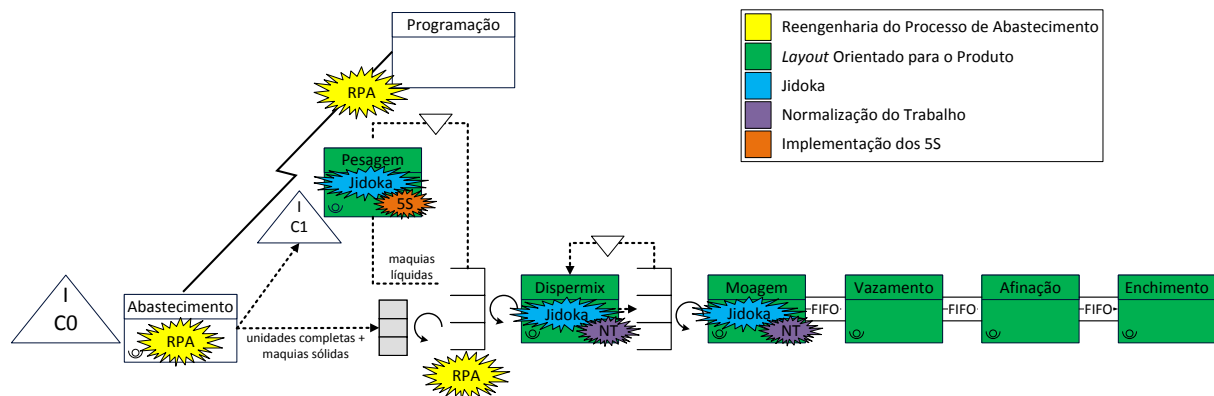


Figura 29: VSM da visão futura da cadeia de valor

### 4.2. Reengenharia do Processo de Abastecimento

O novo desafio baseia-se no conceito de abastecimento personalizado nas ordens de fabrico, ou seja, de acordo com as especificações do produto. Com esta focalização foram analisados, sequencialmente, os vários procedimentos envolvidos e identificadas as vantagens e limitações desta proposta.



#### 4.2.1. Vantagens do Abastecimento Personalizado

O Abastecimento é um processo sem valor acrescentado que envolve o manuseamento dos materiais para abastecer a produção. Atualmente, este processo é realizado de forma agrupada e não por ordem de fabrico obrigando a um novo manuseamento durante a pesagem e introdução dos materiais no tanque. Este duplo manuseamento é, claramente, um excesso de processamento podendo, por isso, ser classificado como desperdício.

Com a implementação de um abastecimento personalizado elimina-se este constrangimento centralizando as operações de manuseamento num único processo, aumentando a produtividade dos processos a jusante.

#### 4.2.2. Encomenda por Ordem de Fabrico

Tal como foi descrito no capítulo anterior, atualmente as encomendas de matéria-prima são realizadas diariamente para todos os fabricos iniciados no período seguinte. Esta encomenda é feita com base num relatório de necessidades que está organizado por matéria-prima. Para eliminar o desperdício de excesso de processamento é necessário que as entregas sejam feitas por produto. Nesse sentido, propõe-se uma reformulação do relatório de necessidades para que seja organizado por ordem de fabrico. Este tipo de organização tem ainda a vantagem de aumentar a visibilidade entre os materiais necessários para a etapa de Dispersão dos materiais necessários para o Vazamento.

Com esta informação, o responsável, que assegura que todo o material entregue será utilizado até ao final do dia de trabalho, pode adiar o pedido de materiais para o Vazamento porque o relatório o informa que a satisfação dessa necessidade será posterior à da Dispersão.

#### 4.2.3. Abastecimento para Supermercado *Junjo*

A primeira questão a abordar refere-se ao método a aplicar para conseguir um fluxo *pull* entre o Abastecimento e o Fabrico, garantido que o material se encontra disponível no momento em que a produção necessita dele. Isto pode ser conseguido com a implementação de um supermercado *Junjo*. Neste sistema, representado na figura 30, o responsável de fabrico faz diariamente as encomendas de matéria-prima por ordem de fabrico e coloca-as no sistema identificando cada uma com o código do produto.

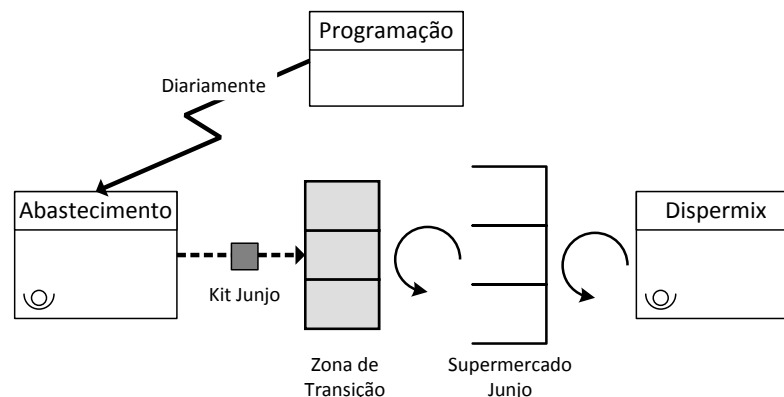


Figura 30: VSM do Abastecimento para Supermercado Junjo

O consumo de materiais pelo Dispersmix provoca a libertação de posições no supermercado. Por cada posição livre no supermercado é ordenada a expedição do *kit* seguinte para abastecer o mesmo.

Para os sistema funcionar é necessário que a sequência pré-determinada pela Programação seja aplicada tanto ao abastecimento como à produção garantindo um consumo em FIFO. Sendo assim, as alterações ao plano têm de ser evitadas porque, ao adiar as ordens de fabrico já separadas, o material começará a acumular-se na zona transitória. De uma forma geral deverá ser garantido que após a separação do material a programação fica congelada.

#### 4.2.4. Soluções de Abastecimento

No sistema atual, o pedido de matérias-primas é feito de forma agregada para todos os produtos, por unidades completas. Ou seja, se forem necessários 20Kg, para o produto 1, e 15Kg, para o produto 2, de uma matéria-prima acondicionada em sacos de 25kg, a encomenda irá pedir 2 sacos. Para cada uma dos produtos o operador terá de fazer uma pesagem. Na primeira pesagem recolhe 20 Kg de um saco. Na segunda pesagem tem de recolher primeiro os 5 Kg que sobraram do primeiro saco e só depois completar com os restantes 10 Kg do segundo saco. Desta forma evita-se a existência de mais de uma unidade incompleta no armazém. Esta preocupação está relacionada com o prazo de validade dos materiais e, portanto, no novo sistema deverá garantir-se o controlo de qualquer unidade incompleta.

Com esta restrição em mente o sistema pode ser montado de uma das seguintes formas:

##### i. Abastecimento de unidades completas por ordem de fabrico

Na primeira solução apresentada, para cada ordem de fabrico o responsável deve identificar quantas unidades completas são necessárias e qual a maquia. As encomendas devem ser feitas, para cada ordem de fabrico, com o número de unidades completas por defeito e uma encomenda extra com o número de unidades completas por excesso para as pesagens das maquias na Nave Central (C1), como representado na figura 31.

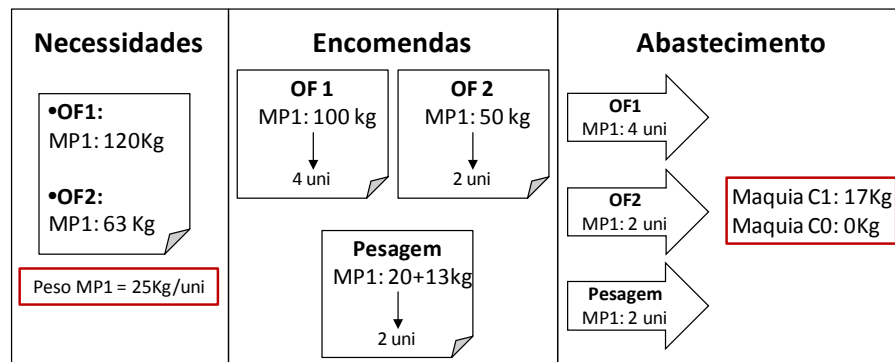
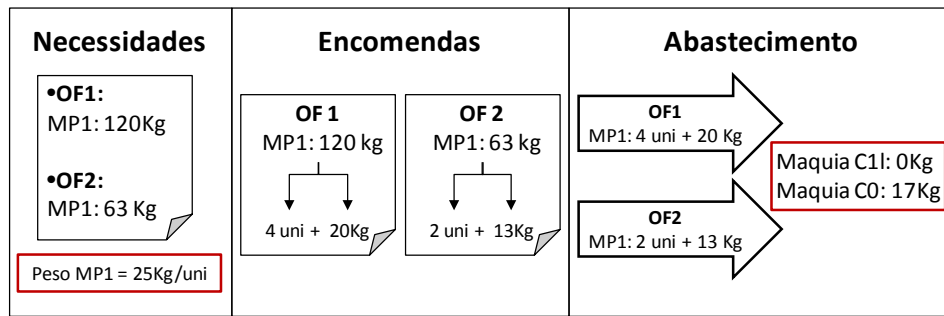


Figura 31: Representação do abastecimento de unidades completas com pesagem na Nave Central

Nesta solução, a pesagem continuará a desenvolver-se na Nave Central não eliminando o seu armazém mas, reduzindo-o. Verifica-se que, se a programação for cumprida, todas as unidades completas terão sido consumidas até ao final do dia e o armazém ficará apenas com as maquias que sobram das unidades enviadas para as pesagens (quantidade sempre inferior a uma unidade) sendo, portanto uma melhoria relativamente à situação atual. Quanto ao desperdício de duplo manuseamento, com esta solução, não é eliminado uma vez que no Armazém Central é feito o *picking* dos materiais e na Nave Central é necessário um novo *picking* para as pesagens.

##### ii. Abastecimento de quantidades exatas por ordem de fabrico

A segunda solução passa pela deslocação do setor de pesagens para o Armazém Central (C0). Neste sistema, as encomendas e abastecimento serão feitos nas quantidades exatas das ordens de fabrico (figura 32) e as maquias sólidas estarão localizadas no Armazém Central.



**Figura 32: Representação do abastecimento de quantidades exatas com pesagens no Armazém Central**

Esta solução elimina o excesso de processamento uma vez que no momento do *picking* também se efetuará a pesagem. Para além disso, o armazém da Nave Central é eliminado, passando a funcionar o Supermercado, e a carga de trabalho diminui uma vez que as pesagens serão efetuadas pela equipa de logística interna.

### iii. Abastecimento Misto

Comparando as duas soluções anteriores conclui-se que a segunda tem claras vantagens na redução de desperdício. Todavia, existem algumas limitações que devem ser analisadas.

#### Transporte de Material

A expedição de material para a Nave Central é feita utilizando empilhadores pelo exterior da fábrica em piso irregular. Uma vez que a pesagem de líquidos é feita utilizando recipientes abertos, o seu transporte pelo exterior implica um elevado risco de derrame. No caso das matérias-primas sólidas esse risco não existe uma vez que a pesagem é feita em sacos plásticos. A aplicação da segunda solução fica, assim, limitada à matérias-primas sólidas. Para os líquidos a primeira solução é a única viável.

#### Software de Gestão de Stocks

Tal como foi abordado no capítulo 3, o *software* de gestão de *stocks* do Armazém Central não tem capacidade para lidar com unidades incompletas. Sendo assim, será necessário criar um armazém virtual para onde é transferido o saldo das maquinas e é guardada a localização dessa existência. No momento da separação será necessário cruzar a informação das encomendas com as maquinas disponíveis para evitar a duplicação das mesmas.

#### 4.2.5. Abastecimento de Maquinas Líquidas

Apesar de não ser possível fazer a pesagem de líquidos no Armazém Central, devido ao transporte pelo exterior, pretende-se manter a visão das pesagens como uma operação de abastecimento. Sendo assim, as pesagens de líquidos efetuadas na Nave Central têm como objetivo completar o *kit Junjo* (figura 33). Quando o Abastecimento transfere os *kits Junjo* da Zona de Transição para o Supermercado (1), é enviado um cartão *Junjo* à pesagem (2) com a informação necessária para completar o *kit* com as maquinas líquidas em falta (3).

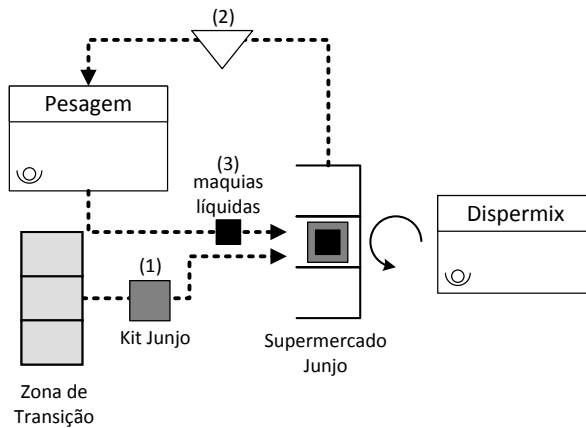


Figura 33: VSM do Abastecimento de Líquidos para Supermercado Junjo

A proposta de organização do setor de pesagens apoia-se na automatização do processo de dosagem. O armazenamento de líquidos é feito em *speedlocks* com corredores alternados de arrumação (com largura suficiente para a passagem de empilhadores) e de corredores de *picking* de material onde passa uma balança móvel (figura 34).

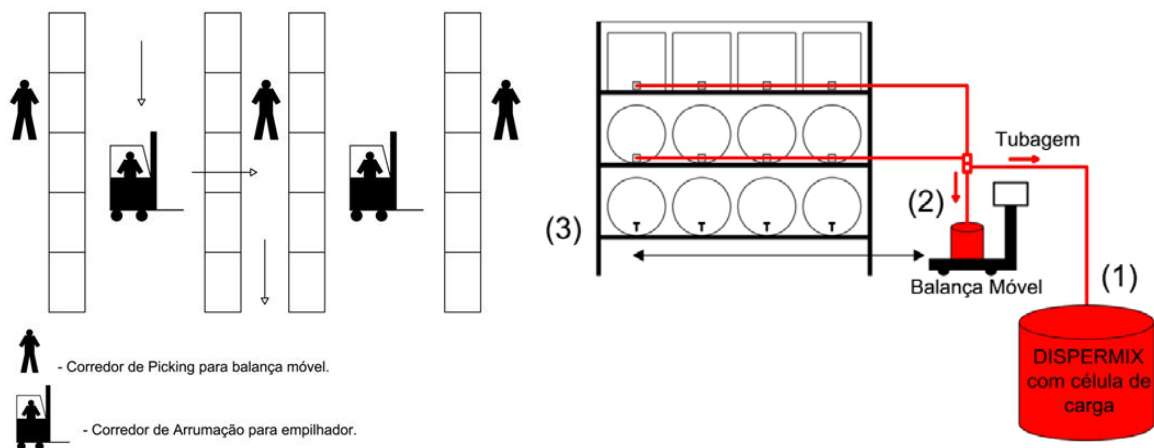


Figura 34: Proposta de *layout* e estrutura de armazenamento do setor de pesagens

Do lado preparado para *picking* a estrutura está preparada para três tipos de pesagens.

#### i. Pesagens de grandes volumes de referências A

Para pesagens de grandes volumes a proposta é incorporar uma célula de carga no tanque do Dispermix que permita dosificar grandes volumes diretamente e de forma automática para o tanque segundo o conceito *Jidoka* (número 1 da figura 34). Esta solução deve ser aplicada às referências “A” em volume e a tubagem não deve permitir misturas entre matérias-primas de forma a evitar contaminações.

Devido à baixa precisão da célula de carga, esta solução não dispensa a necessidade de uma alternativa para pesagens de pequenas quantidades.

#### ii. Pesagem de precisão de referências A

Quando é necessária uma pesagem de precisão de uma referência “A” em volume, é possível direcionar uma segunda saída da tubagem associada para o topo do *speedlock*. A pesagem seria feita manualmente com uma balança móvel de maior precisão (número 2 da figura 34)

### iii. Pesagens de precisão de outras referências

Nos casos das referências “B” e “C” em volume, em que todas as pesagens serão de precisão, devem utilizar-se as localizações no nível inferior e associar torneiras aos recipientes das matérias-primas (número 3 da figura 34). A balança móvel tem uma função importante neste sistema porque é deslocável até à localização evitando a utilização de empilhadores.

Dentro desta categoria de matéria-prima líquida deve ser feita uma distinção dependendo da frequência de pesagem. Para as referências “B” e “C” em volume e “A” em frequência as posições no nível inferior devem ser fixas, ou seja, quando um recipiente fica vazio é substituído por outro da mesma referência. Por outro lado, para as referências B e C em frequência devem utilizar-se posições móveis que são abastecidas diariamente em função das necessidades de produção.

A tabela 16 resume o tipo de soluções propostas dependendo da análise ABC das referências.

**Tabela 16: Soluções propostas em função da análise ABC das referências**

Solução	Referências(Volume e Frequência)								
	AA	AB	AC	BA	CA	BB	BC	CB	CC
Níveis superiores com tubagem dedicada	X	X	X						
Nível inferior com posição fixa				X	X				
Nível inferior com posição móvel						X	X	X	X

### 4.3. Layout Orientado para o produto

A análise da cadeia de valor atual revela uma clara discrepância entre os produtos analisados ao nível da sequência de processos. Uma vez que os produtos estudados são representativos do respetivo segmento de mercado é possível afirmar que existem fluxos distintos para cada um dos segmentos. Existe ainda um quarto fluxo associado aos lotes pequenos que, devido à sua inferior representação no volume total produzido na fábrica, não foi alvo de análise do capítulo anterior. Contudo, a proposta irá abordar este fluxo e incorporá-lo no *layout*.

#### 4.3.1. Linhas de Produção para Grandes Volumes

Tal como foi abordado anteriormente, a organização do *layout* por produto promove claras melhorias ao nível dos fluxos. O objetivo é criar linhas de produção dedicadas onde o fluxo é unidirecional. Para isso, é necessário dedicar o equipamento a cada um dos segmentos e dispô-lo, em fluxo, sem pontos de espera intermédios. Esta solução tem em vista a incorporação de todos os processos necessários para obter o produto final. Ou seja, num dos extremos fica o Abastecimento e no extremo oposto o Enchimento. O produto da linha é o produto acabado de acordo com as especificações do cliente.

Uma das características interessantes da transferência de tinta entre processos é a possibilidade de beneficiar das diferenças de nível para eliminar a necessidade de bombas. No *layout* atual esta possibilidade só é aproveitada para o enchimento manual nos tanques fixos (enchimento por gravidade). O novo *layout* pretende aproveitar a diferença de cota do terreno para dispor o equipamento em diferentes níveis permitindo as transferências por gravidade (figura 35).

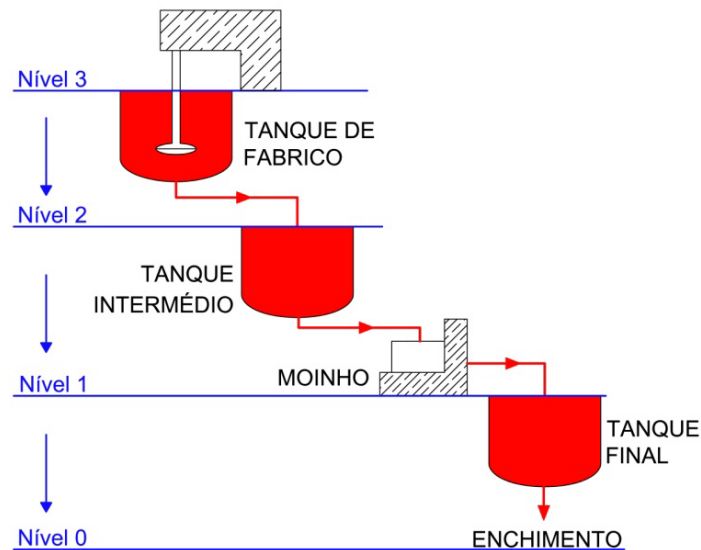


Figura 35: Proposta de linha de produção para grandes volumes

#### Sistema *Kanban* para Abastecimento da Moagem

Sendo a Moagem o processo mais crítico, é necessário garantir que existe sempre tinta pronta para entrar em moagem para maximizar a utilização do equipamento. Sendo assim, propõem-se um sistema *Kanban* em função dos níveis de tinta nos tanques.

No arranque do ciclo, quando o processo Dispersmix termina o produto é transferido do tanque de fabrico para o tanque intermédio e a moagem inicia-se. O tanque de fabrico fica assim disponível para o arranque o produto seguinte destinado ao outro moinho. A relação de um Dispersor para dois moinhos é possível uma vez que o tempo de ciclo da moagem é atualmente 2 a 3 vezes superior ao tempo de ciclo do Dispersmix e, com a alteração do sistema de abastecimento, esta relação irá aumentar. O gatilho do *Kanban* de produção para o primeiro moinho poderá ser dado por um sensor de nível no tanque intermédio. Esta antecipação da produção deve garantir que, no momento em que o tanque intermédio fica disponível, o próximo lote de tinta já está pronto para entrar na moagem.

#### Sistema FIFO a jusante da Moagem

O Vazamento ocorre em sistema FIFO, ou seja, a primeira tinta libertada pelo moinho é a que segue primeiro para o Vazamento e depois para a Afinação e Enchimento.

##### 4.3.2. Célula de Trabalho para Pequenos Volumes

O fabrico de lotes pequenos na Pré-Mistura é caracterizado pela sua grande variabilidade contudo, sendo utilizados tanques móveis, a flexibilidade do transporte entre processos é também superior. Assim, uma solução do tipo célula de trabalho adapta-se melhor a esta situação.

Cada célula seria constituída por uma balança, um dispersor e um, ou mais, moinhos (figura 36). Desta forma, cada célula poderia trabalhar com apenas um operador que é responsável por todo o processo de fabrico.

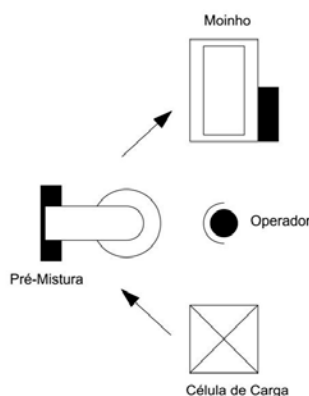


Figura 36: Célula de trabalho em para produção de pequenos volumes

#### 4.3.3. Afinação Central e Posto Auxiliar

O processo de Afinação difere de acordo com a dimensão do lote de tinta. No caso dos lotes pequenos o tanque móvel é transportado para a Afinação. Nos lotes grandes é o afinador que se desloca ao tanque.

Com a alteração do *layout*, as linhas de grandes volumes tornar-se-ão independentes e as distâncias percorridas pelo afinador irão aumentar. O mesmo princípio de fluxo aplicado anteriormente deve ser aplicado aqui. Sendo assim, devem ser criados postos de afinação auxiliares associados às linhas de produção de grandes lotes. Este posto seria abastecido pelo posto de afinação central e teria o equipamento necessário para evitar movimentações.

#### 4.3.4. Organização de Equipas por Fluxo

As equipas devem ser adaptadas a estes novos fluxos por linha ou célula de trabalho. A solução ideal seria acabar com a separação entre as equipas de fabrico e enchimento. Neste novo *layout*, cada operador deve ser responsável por acompanhar o produto ao longo de todo o seu desenvolvimento, em vez de se focar apenas num processo, criando um fluxo unitário. Uma vez que os equipamentos foram aproximados este tipo de organização é possível. No entanto, esta solução irá criar uma necessidade de formação adicional para que todos os elementos da equipa tenham as competências para desenvolver todos os processos.

### 4.4. Melhorias de Processos

A melhoria de processos relaciona-se com o terceiro conceito da proposta de alteração. Esta melhoria deve abranger os problemas identificados no capítulo anterior ao nível dos processos produtivos. Para cada problema analisado no capítulo anterior foi identificada uma metodologia, ferramenta ou conceito para eliminar a causa do problema. A tabela 17 representa a sistematização dessa análise assim como uma avaliação do impacto da solução na resolução de cada problema.

Tabela 17: Árvore de problemas

Problemas:	Causas:	Soluções	Impacto
<b>PROGRAMAÇÃO E ABASTECIMENTO</b>			
Elevado <i>stock</i> de matéria-prima na Nave Central	Software de Gestão de stocks do C0	RPA	3
	Relatório de necessidades por matéria-prima	RPA	3
<b>PESAGEM</b>			
Picking para pesagem na zona de receção	Abastecimento por matéria-prima	RPA	3
Falta de ferramentas	Desorganização do posto de trabalho	5S	3
Falta de recipientes	Falta de um circuito fechado de recipientes	NT	3

DISPERSÃO				
Elevado tempo de preparação no Dispermix	Diferença de nível entre a Pesagem e o Dispermix	LProd	3	
Falta de rastreabilidade da dispersão	Equipamento sem temporizador	Jidoka	3	
Difícil lavagem de tanques fixos	Falta de procedimento e material adequado à limpeza	NT	3	
MOAGEM				
Variabilidade do processo de moagem	Parâmetros de funcionamento não normalizados	NT	2	
	Equipamento obsoleto	LProd	2	
Difícil monitorização da moagem	Falta de autonomia do processo	Jidoka	3	
Dificuldade de visualização do WIP entre processos	Falta de gestão visual de áreas	LProd; 5S	3	
Inconstância da qualidade da lavagem de moinhos e bombas	Falta de procedimento de lavagem	NT	3	
AFINAÇÃO				
Movimentações do afinador	Layout organizado por processo	LProd	2	
ESPERAS ENTRE PROCESSOS				
WIP entre Dispermix e Moagem	Layout organizado por processo	LProd	3	
WIP entre Moagem e Vazamento	Layout organizado por processo	LProd	3	
Legenda das Soluções: RPA: Reengenharia do Processo de Abastecimento LProd: Layout Orientado para o Produto 5S: Implementação de 5S NT: Normalização do Trabalho Jidoka: Conceito para autonomia dos equipamentos				
Legenda do Impacto:	3	Nível 3: o problema é eliminado		
	2	Nível 2: o problema é reduzido		
	1	Nível 1: o problema mantém-se		

Devido à importância crítica da moagem, as soluções propostas para este processo são analisadas mais aprofundadamente na secção seguinte.

#### 4.4.1. Melhorias do Processo de Moagem

Relativamente à moagem, verifica-se que este é um processo onde a função do operador é, maioritariamente, vigiar o equipamento para garantir o seu correto funcionamento. Uma vez que o número de moinhos por linha é bastante reduzido em relação ao *layout* anterior, torna-se necessário que estes equipamentos sejam autónomos. Este é um exemplo claro onde é possível separar o trabalho do operador do trabalho da máquina através da implementação do conceito *Jidoka*. Neste caso, poderia ser utilizado um sensor com sinal sonoro para avisar o operador que o moinho parou de funcionar e evitar que este seja obrigado a observar o processo em curso.

Quanto à necessidade da diminuição do tempo de processamento dos moinhos para corresponder às exigências do cliente, propõe-se uma análise profunda dos parâmetros de funcionamento dos moinhos associada à grande diversidade de moinhos e de tintas, por uma equipa multidisciplinar, num projeto envolvendo os departamentos de Produção, Investigação e Desenvolvimento e Manutenção.

Este projeto deverá focar-se nos seguintes aspetos:

- Aplicação de reguladores de caudal nos moinhos para controlo do processo;
- Definição do caudal e número de passagens de cada produto em cada moinho (devido ao diferente poder de moagem de cada equipamento estes parâmetros podem variar entre moinhos);



- Normalização do procedimento de lavagem dos moinhos para garantir a qualidade dos produtos e conter as quebras.

Esta solução implica uma análise exaustiva de todos os produtos e equipamentos mas poderá trazer melhorias. Contudo, a tecnologia dos moinhos poderá ser uma limitação.

## 5. Plano de Ações para Implementação

Neste capítulo é abordado o teste de parte da proposta de Reengenharia do Processo de Abastecimento apresentada no capítulo anterior.

### 5.1. Migração para o Novo Processo de Abastecimento

O novo conceito de Abastecimento baseia-se num supermercado abastecido sequencialmente de acordo com as necessidades produtivas. A implementação da proposta acarreta custos associados à alteração de tecnologias, do *layout* da fábrica e aquisição de equipamento. Sendo assim, aconselha-se uma implementação faseada para testar a proposta e adaptar a solução de acordo com os problemas e resultados obtidos.

A estratégia de migração para o novo processo de Abastecimento divide-se em quatro etapas descritas nas secções seguintes.

#### 1ª Etapa: Abastecimento de unidades inteiras (apenas lotes grandes)

Introduzir do conceito de supermercado sequencial. Nesta fase, o abastecimento personalizado será feito com unidades completas apenas para os lotes grandes, produzidos no Dispermix, não sendo necessário apoio informático devido à pequena dimensão da alteração. Apesar de o impacto ao nível da redução do armazém da Nave Central e do excesso de manuseamento não ser significativo, esta fase servirá de teste para a alteração do procedimento de colocação de encomendas. Para além disso, será testada a sincronização entre o abastecimento e a produção, sendo possível analisar o impacto que a alteração poderá ter no processo, e permitindo a definição dos requisitos da aplicação informática a implementar.

#### 2ª Etapa: Abastecimento de unidades inteiras

Estender a implementação descrita na etapa anterior a toda a produção da Nave Central. Esta etapa terá grande impacto na redução do *stock* no armazém da Nave Central que deverá ser adaptado para receber os kits Junjo. Apesar de o número de localizações fixas se manter, uma vez que todas as maquinas ficarão no armazém da Nave, a dimensão das localizações irá diminuir significativamente porque no final de cada dia de trabalho, a quantidade em cada localização será sempre inferior a uma unidade.

A preparação desta etapa deve compreender o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao processo de encomenda. Na etapa anterior, o processo de colocação de encomenda poderá ser manual uma vez que o número de ordens de fabrico envolvido era reduzido. Contudo, com alargamento do procedimento a toda a produção, o volume de informação irá aumentar, sendo necessária uma aplicação informática para organizar a informação e apoiar o procedimento de colocação de encomendas.

O arranque do abastecimento personalizado para toda a Nave deverá começar pela devolução de materiais ao Armazém Central e a reorganização do armazém da Nave de acordo com os novos requisitos (por exemplo, um *kit Junjo* por localização). Uma vez que grande parte do manuseamento de material passará para o Armazém Central, a carga de trabalho desta equipa irá aumentar significativamente, sendo necessário reorganizar os recursos para assegurar um funcionamento eficaz. Para além disso, a pressão para congelar a programação, após iniciado o processo de Abastecimento, irá aumentar já que todas as ordens de fabrico serão abrangidas.

### 3ª Etapa: Abastecimento misto

Implementar o abastecimento misto, ou seja, o abastecimento de quantidades exatas de matérias-primas sólidas, e de unidades completas de matérias-primas líquidas. Para isso será necessário criar condições para efetuar a pesagem de matéria-prima no Armazém Central.

O impacto da implementação desta etapa será a redução de 42% do número de pesagens na Nave Central uma vez que este é o valor médio do número de matérias-primas sólidas das ordens de fabrico. Por outro lado, a carga de trabalho no Armazém Central irá aumentar. Contudo, de uma forma geral o manuseamento de material será reduzido conseguindo-se a eliminação de desperdício.

### 4ª Etapa: Abastecimento com Pesagem de Líquidos

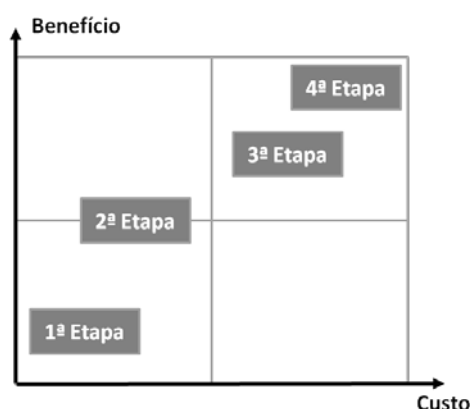
A última etapa da implementação é aquela com maiores custos associados por ser crucial o investimento em tecnologia de dosagem automática e instalação de novas tubagens. A implementação desta etapa deverá contemplar o desenho da proposta de *layout* orientado para o produto.

A tabela 18 compara a eliminação de desperdício e a necessidade de investimento entre a situação inicial e as várias etapas de implementação. Considera-se que a etapa 1 não terá impacto suficiente para que o benefício seja perceptível ao nível operacional.

**Tabela 18: Relação entre benefícios e custos nas várias etapas de implementação**

Etapas	Desperdício de Manuseamento	Desperdício de Stock	Investimento
1ª Etapa	0	0	0
2ª Etapa	↓	↓↓	↑
3ª Etapa	↓↓	↓↓↓	↑↑
4ª Etapa	↓↓↓	↓↓↓	↑↑↑↑
<b>Legenda</b>	0 - Igual à situação atual; ↓ - Diminuição; ↑ - Aumento.		

Esta tabela pode ser resumida numa matriz custo benefício (figura 37).



**Figura 37: Matriz custo/benefício das etapas de implementação do novo processo de Abastecimento**

#### 5.1.1. Implementação da Primeira Etapa de Migração

A implementação da primeira etapa, para os lotes grandes produzidos no posto de trabalho Dispermix, permitiu a identificação dos constrangimentos que se mantêm no processo.

### i. Encomenda e *Pick List* de Abastecimento

Uma vez que o relatório de necessidades de material ainda não foi alterado, a colocação de encomendas é feita com base na ordem de fabrico. As linhas de encomenda devem ser criadas por ordem inversa à ordem de incorporação de matéria-prima para que o material a utilizar em primeiro lugar esteja no topo do *kit*. Contudo, quando a encomenda é colocada no *software* de gestão de *stocks* do Armazém Central, este gera uma *pick list* com base numa rota de *picking* onde as distâncias percorridas são minimizadas. Esta rota anula a ordem previamente estabelecida pela encomenda, obrigando o responsável do armazém a corrigir a *pick list* para a ordem inicial. Contatou-se que será necessário desenvolver uma forma de contornar a reorganização das linhas de encomenda.

### ii. Processo de Separação para Abastecimento

Sendo as encomendas emitidas por ordem de fabrico e não de forma agrupada, o número de rotas de *picking* aumentou. Para além disso, existem matérias-primas comuns a vários produtos e, como consequência, os operadores têm de visitar várias vezes a mesma localização. Sendo assim, o operador tem de desfazer uma paleta para fazer a separação unidade a unidade, quando, anteriormente, para grandes quantidades, a encomenda era arredondada a paletes completas. Esta situação traduz-se na necessidade de recursos adicionais uma vez que a separação de unidades tem de ser feita com o apoio de um segundo operador devido à fraca ergonomia dos recipientes (peso e forma). A implementação desta etapa obrigou à transferência de um operador do fabrico para o Armazém Central, reforçando a equipa de separação de materiais para as ordens de fabrico.

Em média, a separação de uma ordem de fabrico demora cinquenta e dois min e, por dia, são preparados *kits* para quatro ordens de fabrico. Sendo assim, esta operação ocupa dois operadores num total de três horas e meia de trabalho por dia.

### iii. Reorganização do Armazém Central

O processo de separação no Armazém Central determinou a sua reorganização, para permitir a arrumação de materiais que são encomendados frequentemente numa zona central e agrupar matérias-primas por segmentos de mercado.

A arrumação das matérias-primas neste armazém está dependente do tipo e propriedades de cada uma. Por exemplo, as matérias-primas sólidas não podem ser armazenadas na zona exterior devido à humidade e os materiais tóxicos, corrosivos e inflamáveis têm de ser segregados dos restantes por questões de segurança. O software utilizado para definir as localizações faz uma alocação dinâmica das matérias-primas rececionadas tendo em conta estas restrições.

## 5.2. Novo Layout da Nave Central

O *layout* desenvolvido é apenas um primeiro esboço que tem como objetivo interligar os vários conceitos apresentados anteriormente. Uma vez que os conceitos foram desenvolvidos considerando uma estaca zero em que a única restrição é conseguir melhorar o fluxo entre os processos. Nesta fase procura-se adaptar os conceitos às condições reais da fábrica.

No Anexo I está representado um esboço do *layout*. Esta proposta procura representar uma organização possível das novas áreas da fábrica. Verifica-se que, em algumas situações as transferências por gravidade terão de ser sacrificadas pelas condições reais do terreno. Será, portanto, necessário decidir quais os processos que devem preferencialmente ficar em níveis diferentes e quais é que podem ficar no mesmo nível.

## 6. Conclusão e Perspetivas Futuras

O projeto de Reengenharia do Processo de Abastecimento pretendia a análise da situação atual e desenvolvimento de uma nova visão do processo com base nos conceitos *Lean* de cadeia de valor e fluxo *pull*.

A primeira etapa foi o mapeamento da cadeia de valor, conduzido com base na aplicação da ferramenta *VSM*, para enquadrar os principais processos necessários à produção. Este enquadramento serviu de base para o aprofundamento de cada um dos processos e para a análise dos fluxos de material e informação. Esta análise individual e relacional resultou na exposição do desperdício no elevado *stock* de matéria-prima e produto intermédio, na ausência de fluxo *pull* e no excesso de processamento.

Com a análise dos constrangimentos identificados foram desenvolvidos três conceitos chave: a “personalização” do Abastecimento de acordo com as necessidades da produção; a separação de fluxos por tipo de produto; e a eliminação de desperdício nos processos produtivos. A proposta de solução desenvolvida em torno destes conceitos combinou metodologias de fluxos e de melhoria de processos para tornar a produção mais fluida, alcançando-se ganhos substanciais de produtividade, qualidade e redução do *lead time*.

O conceito de “personalização” do Abastecimento deu origem à reengenharia desse processo promovendo uma rotura com os paradigmas anteriores e originando uma visão do novo processo radicalmente diferente do processo atual. Esta alteração radical obrigou a que o processo de implementação fosse concretizado em quatro etapas com um horizonte temporal bastante longo. Por esta razão, apenas a primeira etapa de migração para o novo processo de Abastecimento foi implementada. A análise dos resultados permite antever que tipo de ações devem seguir-se para cimentar o processo atual e possibilitar a transição para as próximas etapas de migração. Nesse sentido, propõem-se o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao processo de Abastecimento. Uma vez que as várias etapas de migração exigem estruturas diferentes de organização da informação, esta ferramenta deve estar preparada para acompanhar estas transições.

O conceito de separação de fluxos fundamentou a proposta de alteração do *layout* da fábrica que apresenta linhas orientadoras que devem ser futuramente conciliadas com as limitações da fábrica atual. A progressão desta linha de pensamento dará origem a um projeto de investimento a longo prazo. Contudo, existem algumas frações da proposta que podem ser implementadas num período mais curto como as células de trabalho para pequenos volumes e a criação de postos de afinação auxiliares.

A melhoria de processos para resolução dos constrangimentos identificados deve passar pela implementação de ferramentas como os *5S*, Normalização do Trabalho e *Jidoka* por uma equipa multidisciplinar dedicada à melhoria contínua, com particular incidência sobre o processo de Moagem identificado como o mais crítico.

Concluimos salientando que as propostas apresentadas neste documento não são, por si só, objetivos a atingir mas sim caminhos no *Gemba*, guiados pelo *Lean*, para melhorar e sustentar a competitividade da Empresa.

## Referências

- Baudin, Michael. 2004. *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*. Productivity Press.
- CIN. 2012a. *Curso Básico de Dispersão e Moagem*. Maia: CIN – Corporação Industrial do Norte S. A.
- . 2012b. *Relatório e Contas Consolidade 2012*. CIN - Corporação Industrial do Norte, S.A.
- . 2013. *Apontamentos sobre Dispersão e Moagem*. CIN – Corporação Industrial do Norte S. A.
- . 2014a. "Factos breves". Acedido a 6 de Junho de 2014. <http://www.cincoatings.com/portalc/portal/user/anon/page/sccquemsomosdet.psml?categoryOID=11898080808180GC&contentid=E788808480CO&nl=pt>.
- . 2014b. "Missão e Estratégia". Acedido a 6 de Junho de 2014. <http://www.cincoatings.com/portalc/portal/user/anon/page/sccquemsomosdet.psml?categoryOID=11898080808280GC&contentid=E788808680CO&nl=pt>.
- Davenport, Thomas H. 1994. *Reengenharia de processos como inovar na empresa através da tecnologia da informação*. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- Institute, Kaizen. Kaizen Diário Nível 2.
- Motwani, J., A. Kumar, J. Jiang e M. Youssef. 1998. "Business process reengineering: A theoretical framework and an integrated model." *International Journal of Operations and Production Management* no. 18 (9-10):964-977. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0032327886&partnerID=40&md5=86adbe9301c2b1d46bee8a5083151a0b>.
- Ohno, Taiichi. 1978. *Toyota production system beyond large-scale production*. Portland: Productivity.
- Oliveira, Fernanda. 2014. *Noções gerais sobre tintas e vernizes* CIN – Corporação Industrial do Norte S. A.
- Peppard, Joe e Philip Rowland. 1995. <<The>> *essence of business process re-engineering*. New York: Prentice Hall.
- Pinto, Miguel Borges Feijóo. 2008. *Total flow management dimensionamento de supermercados na indústria*. Porto: [s. n.].
- Rother, Mike e John Shook. 2003. *Learning to see value-stream mapping to create value and eliminate Muda*. Vol. Version 1.3. Cambridge, MA: The Lean Enterprise Institute.
- Suzaki, Kiyoshi. 2010. *Gestão de Operações Lean: Metodologias para a Melhoria Contínua*. Mansores: LeanOP. Edição original, The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement.
- Womack, James e Daniel T. Jones. 2003. *Lean thinking banish waste and create wealth in your corporation*. Vol. Revised and updated. New York: Free Press.
- Womack, James, Daniel T. Jones e Daniel Roos. 1990. <<The>> *machine that changed the world*. New York Toronto: Rawson Associates Maxwell MacMillan International Collier-Macmillan Canada.
- World, Coating. 2013. "Top manufacturers of paints, coatings, adhesives and sealants". Última atualização 20-07-2013. Acedido a 6 de Junho de 2014. <http://www.coatingsworld/heaps/view/544>.

## Anexo A – Relatório de Necessidades de Matéria-prima

CIN - NECESSIDADES DE MATÉRIAS PRIMAS (INÍCIOS DE FABRICO) - C0

Data última atualização: 13-06-2014 21:35:10

Tipo: <input type="text"/>																		
ARTIGO	EXIST.	RES.	INICIO DE FABRICO	Transito	B. Flush	Pick List	Espera Pick List	Entrada Pend. :	Peso da UA	Saldo :	N.º Pal:	N.º UA:	Local	QTD C0	Pendente C0	Desvio Kg	SALDO LIQUIDO	
JMD29 A	3,43	0,00	0,00	0	13	0,300	0	0	900	900	3	0,0	0,0	<input type="checkbox"/>	900	0	0,00	3,13
Tipo: <input type="text" value="Barrica"/>																		
ARTIGO	EXIST.	RES.	INICIO DE FABRICO	Transito	B. Flush	Pick List	Espera Pick List	Entrada Pend. :	Peso da UA	Saldo :	N.º Pal:	N.º UA:	Local	QTD C0	Pendente C0	Desvio Kg	SALDO LIQUIDO	
BWO63	42,00	40,60	40,60	0	134		0	0	120	720	1	0,0	0,0	<input type="checkbox"/> E 1 3	120	0	0,00	1,40
Tipo: <input type="text" value="Barrica Pequena"/>																		
ARTIGO	EXIST.	RES.	INICIO DE FABRICO	Transito	B. Flush	Pick List	Espera Pick List	Entrada Pend. :	Peso da UA	Saldo :	N.º Pal:	N.º UA:	Local	QTD C0	Pendente C0	Desvio Kg	SALDO LIQUIDO	
GCX14	16,97	16,95	8,40	0	4		0	0	50	500	9	0,0	0,2	<input type="checkbox"/> P 1 4	150	0	-3,69	4,89
Tipo: <input type="text" value="CMR 4"/>																		
ARTIGO	EXIST.	RES.	INICIO DE FABRICO	Transito	B. Flush	Pick List	Espera Pick List	Entrada Pend. :	Peso da UA	Saldo :	N.º Pal:	N.º UA:	Local	QTD C0	Pendente C0	Desvio Kg	SALDO LIQUIDO	
DIY35	77,39	830,07	74,07	0	5		0	0	25	500	3	0,0	0,1	<input type="checkbox"/> R 1 2	1975	0	0,00	3,32
Tipo: <input type="text" value="Contentor"/>																		
ARTIGO	EXIST.	RES.	INICIO DE FABRICO	Transito	B. Flush	Pick List	Espera Pick List	Entrada Pend. :	Peso da UA	Saldo :	N.º Pal:	N.º UA:	Local	QTD C0	Pendente C0	Desvio Kg	SALDO LIQUIDO	
BWD03	601,00	2.128,00	1.064,00	0	0		0	0	1.050	1.050	-463	0,0	-0,4	<input checked="" type="checkbox"/> E 4 4	3150	0	0,00	-463,00
BWF06	2.113,94	7.515,80	2.192,80	0	4.579	5.000	0	0	1.000	1.000	-84	0,0	-0,1	<input type="checkbox"/> E 2 1	20000	10000	0,00	-6.516,86
AOX45	374,22	1.208,16	254,21	0	154	1.000	0	0	1.000	1.000	119	0,0	0,1	<input type="checkbox"/> S 3 2	5000	0	-1.619,93	-42,92
Tipo: <input type="text" value="Lata"/>																		
ARTIGO	EXIST.	RES.	INICIO DE FABRICO	Transito	B. Flush	Pick List	Espera Pick List	Entrada Pend. :	Peso da UA	Saldo :	N.º Pal:	N.º UA:	Local	QTD C0	Pendente C0	Desvio Kg	SALDO LIQUIDO	
DOY21	137,00	285,45	146,85	0	239		0	0	25	150	-10	0,0	-0,4	<input type="checkbox"/> L 5 4	700	0	0,00	-5,65
DTC32	7,78	61,10	0,00	0		5.000	0	0	14	462	3	0,0	0,2	<input type="checkbox"/> - - -	70	140	0,00	2,78
Tipo: <input type="text" value="Saco"/>																		
ARTIGO	EXIST.	RES.	INICIO DE FABRICO	Transito	B. Flush	Pick List	Espera Pick List	Entrada Pend. :	Peso da UA	Saldo :	N.º Pal:	N.º UA:	Local	QTD C0	Pendente C0	Desvio Kg	SALDO LIQUIDO	
DAC03	470,07	2.704,80	567,50	0	1.209		0	0	25	1.500	-97	0,0	-3,9	<input checked="" type="checkbox"/> I 1 1	14250	12000	0,00	-57,45
BOX81	3,10	56,30	56,30	0	0		0	0	25	500	-53	0,0	-2,1	<input type="checkbox"/> J 1 1	1000	0	0,00	-53,21
JTE67	38,70	190,61	129,02	0	28		0	60	15	300	-30	0,0	-2,0	<input type="checkbox"/> L 1 7	555	0	-23,35	-0,65
DOL24 A	18,59	246,50	42,50	0	280		0	0	20	120	-24	0,0	-1,2	<input type="checkbox"/> R 5 2	220	480	-6,06	-2.976,06
JTE33	5,88	33,60	16,80	0	0		0	0	23	227	-11	0,0	-0,5	<input type="checkbox"/> Q 1 1	45,36	22,68	0,00	-30,82
DOG14	1,17	332,06	9,70	0	2		0	0	30	750	-9	0,0	-0,3	<input type="checkbox"/> J 1 2	2280	0	0,00	-8,53
DAS50	1,47	1.158,16	1.158,16	0	0		0	1.150	25	1.250	-7	0,0	-0,3	<input type="checkbox"/> L 4 4	2225	0	0,00	-6,69
DAX73	6,78	36,27	10,50	0	0		0	0	10	180	-4	0,0	-0,4	<input checked="" type="checkbox"/> H 4 3	170	0	0,00	-3,72

SALDO DE MATÉRIAS PRIMAS

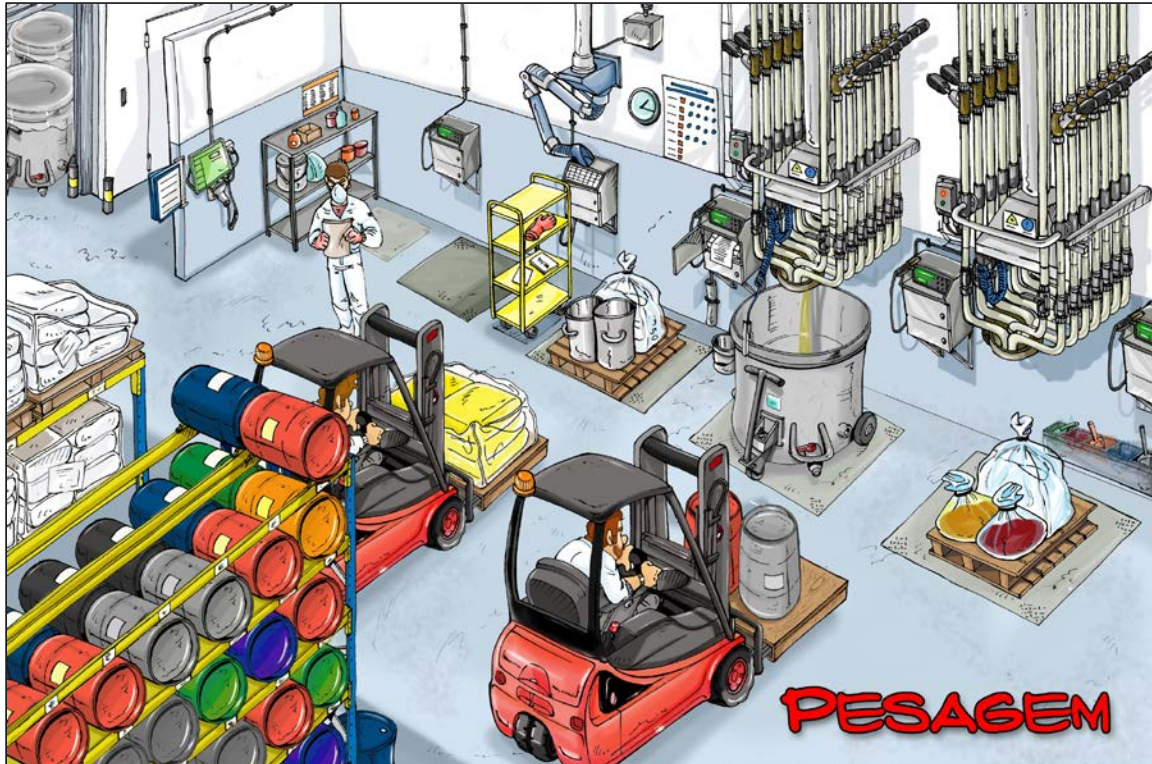
sexta-feira, 13 de Junho de 2014

21:47:49

Página 1 de 4

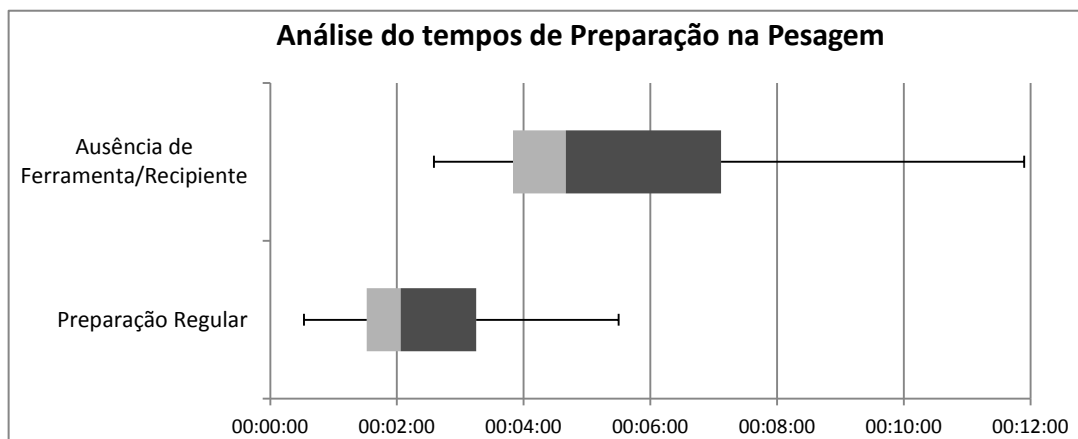
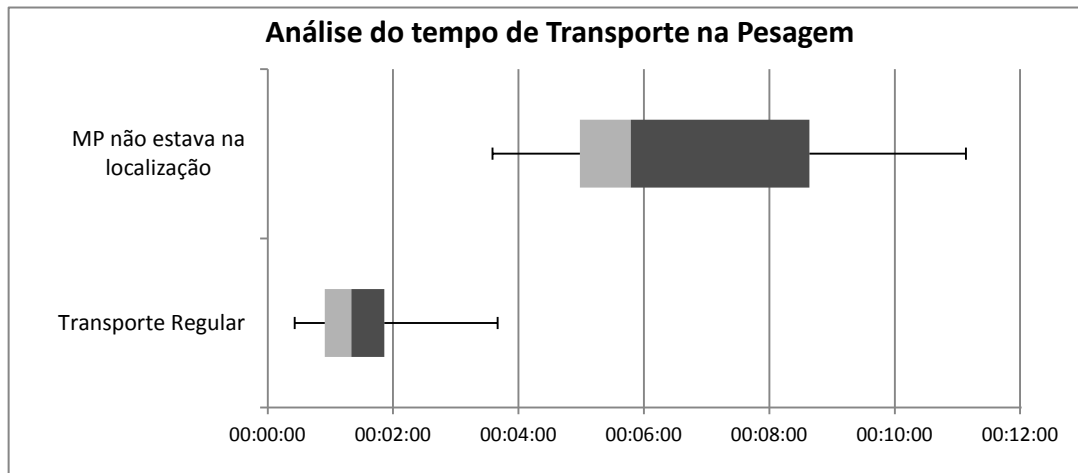


## Anexo B – Setor de pesagens





## Anexo C – Análise de Tempos de Operações de Apoio a Pesagens



## Anexo D – Postos de Trabalho de Dispersão

### Dispermix



### Pré-Mistura



## Anexo E – Símbolos do VSM

### Símbolos de Processos

Processo	
Cliente/Fornecedor	

### Símbolos Gerais

Explosão <i>Kaizen</i>	
Linha de Tempo	

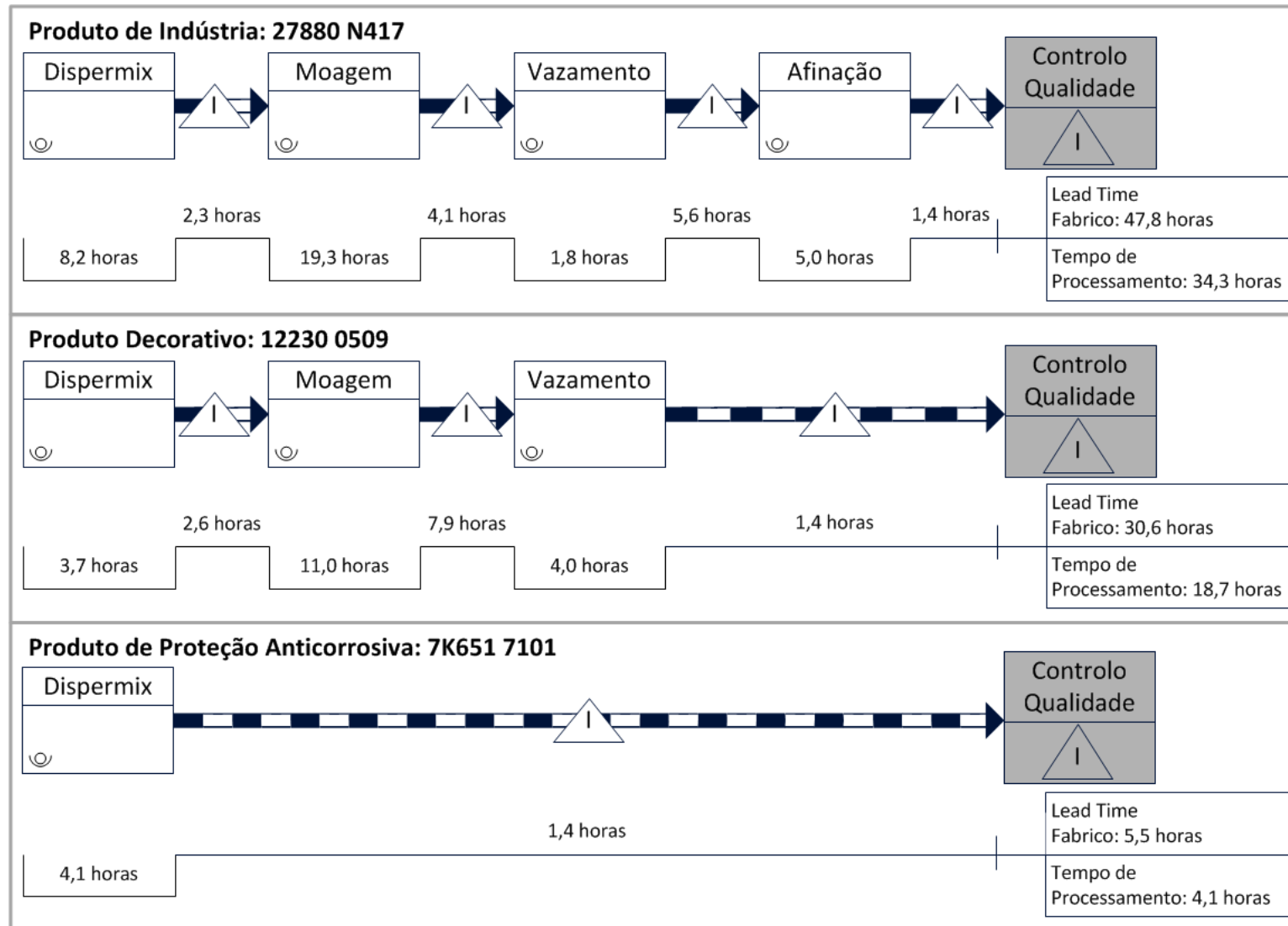
### Símbolos de Material

Inventário (matéria-prima; WIP; produto acabado)	
Expedição	
Fluxo <i>Push</i>	
Supermercado	
Fluxo <i>Pull</i>	
FIFO	
<i>Stock</i> de Segurança	

### Símbolos de Informação

Processo de Suporte	
Informação Manual	
Informação Electrónica	
<i>Kanban</i> de Produção	
<i>Kanban</i> de Consumo	
<i>Kanban</i> de Sinalização	

## Anexo F – VSM dos 3 produtos mais vendidos na Nave Central

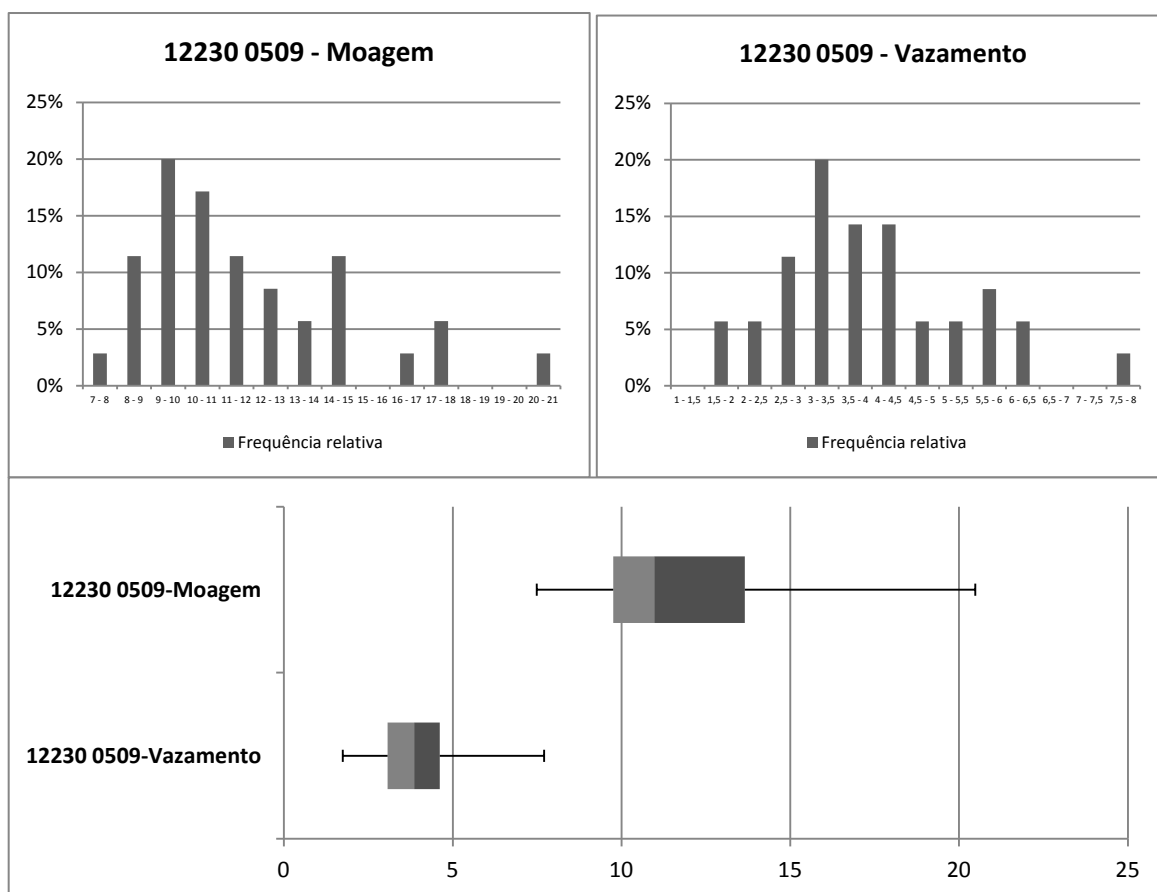


## Anexo G – Estudo da Simetria da Amostra

O estudo apresentado neste anexo refere-se apenas a dois processos mas é representativo da análise das amostras.

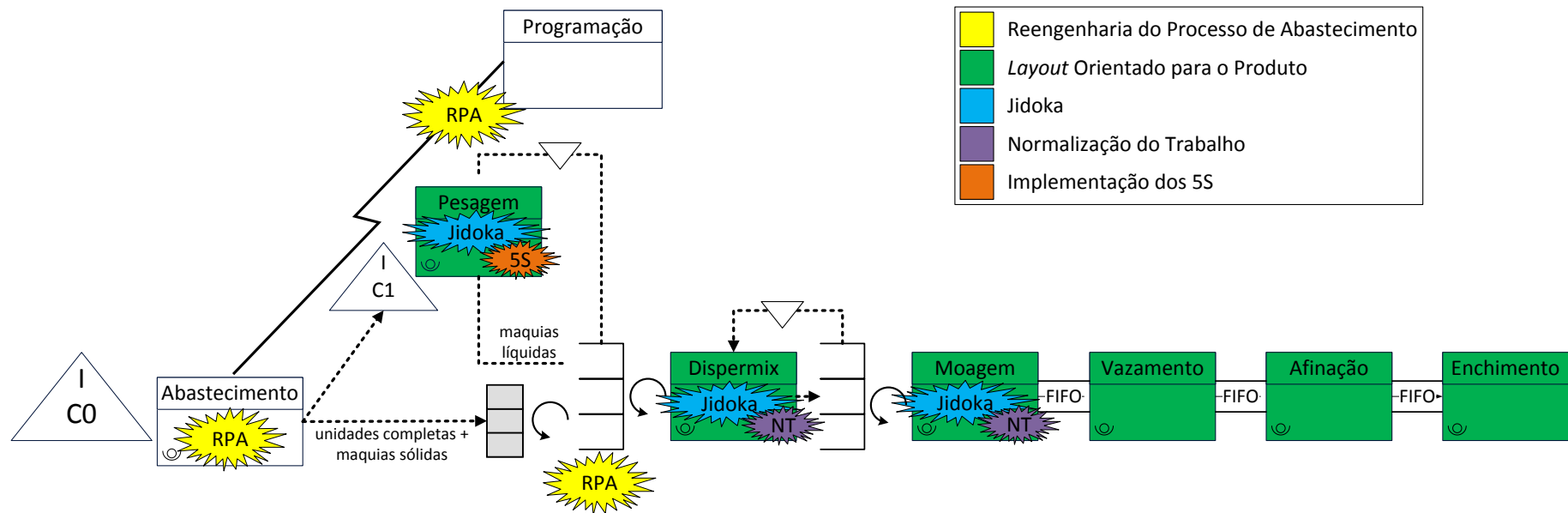
12230 0509 - Moagem	
Média	11,83
Mediana	10,97
Desvio Padrão	3,06
Dimensão da Amostra (N)	35
Máximo	20,48
Mínimo	7,49
Coefficiente de Assimetria Amostral	1,04
Assimetria Significativa?	<b>SIM</b>

12230 0509 - Acabamento	
Média	3,97
Mediana	3,86
Desvio Padrão	1,37
Dimensão da Amostra (N)	35
Máximo	7,71
Mínimo	1,74
Coefficiente de Assimetria Amostral	0,70
Assimetria Significativa?	<b>NÃO</b>



Conclui-se que a amostra analisada respeitante à operação de moagem apresenta uma assimetria significativa e por isso utiliza-se a mediana para representar a amostra no mapa da cadeia de valor. No caso da operação de vazamento utiliza-se a média uma vez que se considera que a amostra é simétrica.

## Anexo H – Visão Futura da Cadeia de Valor



## Anexo I – Esboço da Proposta de Layout

